



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Dinámica poblacional y estudio de la
incidencia del ácaro
Steneotarsonemus spinki
Smiley(Acari:Tarsonemidae) sobre el
desarrollo fenológico del arroz en
Colombia**

Shirley Toro Sánchez

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Doctorado en Ciencias Agropecuarias

Línea Protección de Cultivos

Diciembre de 2013

**Dinámica poblacional y estudio de la
incidencia del ácaro
Steneotarsonemus spinki
Smiley(Acari:Tarsonemidae) sobre el
desarrollo fenológico del arroz en
Colombia**

Shirley Toro Sánchez

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Ph.D en Ciencias Agropecuarias con énfasis en Entomología

DIRECTOR:
Ph.D. Nora Cristina Mesa C.

CODIRECTOR:
Ph.D. Mario Augusto García D.

Línea Protección de Cultivos

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Doctorado en Ciencias Agropecuarias

Línea Protección de Cultivos

Diciembre de 2013

Dedicatoria

A Dios,

*A mi familia por su apoyo y fortaleza
incondicional para logro de los objetivos*

*A todas las personas que me ayudaron en el
proceso para hacer este proyecto posible*

Mil gracias

Agradecimientos

A la Doctora Nora Cristina Mesa por su amistad, gran apoyo y colaboración en la ejecución de este trabajo, mil gracias.

Al Doctor Mario García por su asesoría y colaboración en la ejecución de este proyecto.

A Fedearroz por la financiación del proyecto.

A la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira por el apoyo en el desarrollo del Proyecto.

A la Decanatura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Sede Palmira por su colaboración incondicional.

A los compañeros del grupo de Acarología de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, muchas gracias.

A los compañeros de Fedearroz por su colaboración para el desarrollo del trabajo.

A Norbey Marín por su asesoría en los análisis estadísticos de la información.

A todos y cada una de las personas que de alguna forma nos colaboraron y contribuyeron para la realización de este trabajo.

Resumen

Esta tesis se presenta en tres capítulos listos para su presentación a revistas científicas. Cada capítulo aborda diferentes aspectos relacionados con la dinámica poblacional y estudio de la incidencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* SMILEY (Acari: Tarsonemidae) sobre el desarrollo fenológico del arroz en Colombia.

El capítulo 1, trata sobre una actualización de la información taxonómica sobre las especies de ácaros asociadas al cultivo del arroz en las zonas arroceras de Colombia (Tolima, Huila, Llanos Orientales, Valle del Cauca y Caribe), como varia su diversidad de acuerdo a los diferentes sistemas de siembra y zonas.

El capítulo 2, hace referencia a la relación entre la fenología del cultivo y la incidencia de *S. spinki* en el cultivo del arroz en condiciones controladas y establecer el ciclo de vida del ácaro para nuestras condiciones.

El capítulo 3, trata de establecer el comportamiento de las poblaciones de *S. spinki* en el cultivo del arroz en Montería – Córdoba y poder sugerir un manejo adecuado del ácaro.

Palabras clave: Arroz, *Steneotarsonemus spinki*, fenología, dinámica.

Abstract

This thesis is presented in three chapters ready for submission to scientific journals. Each chapter addresses different aspects and study the population dynamics of the mite incidence spinki *Steneotarsonemus* SMILEY (Acari: Tarsonemidae) on the phenological development of rice in Colombia.

Dinámica poblacional y estudio de la incidencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) sobre el desarrollo fenológico del arroz en Colombia

Chapter 1 deals with an updated taxonomic information about the species of mites associated with the cultivation of rice in rice-growing areas of Colombia (Tolima, Huila, Llanos Orientales, Valle del Cauca and the Caribbean), as its diversity varies according to different planting systems and areas.

Chapter 2, refers to relationship between crop phenology and the incidence of *S. spinki* in rice cultivation under controlled conditions and establish the life cycle of the mite to our conditions.

Chapter 3, is to establish the behavior of populations of *S. spinki* in rice cultivation in Monteria - Cordoba and to suggest appropriate management mite.

Keywords: Rice, *Steneotarsonemus spinki*, phenology, dynamics.

Contenido

	PÁG.
1. CAPÍTULO 1	7
1.1 Introducción	7
1.1.1 Importancia del cultivo del arroz en el mundo y Colombia	7
1.1.2 Especies de ácaros asociados al cultivo del arroz	8
1.1.3 Ácaros depredadores asociados al cultivo del arroz	9
1.1.4 Ácaros fitófagos asociados al cultivo del arroz	10
1.1.5 Ácaros detritófagos asociados al cultivo del arroz	11
1.1.6 Daños ocasionados por <i>Steneotarsonemus spinki</i> y pérdidas en el cultivo del arroz	12
1.2 Metodología	15
1.2.1 Identificación de especies de ácaros asociados al arroz	15
1.2.2 Manejo del cultivo del arroz y su relación con los ácaros	19
1.3 Resultados y discusión	20
1.3.1 Ácaros asociados al cultivo del arroz	20
□ Ácaros fitófagos asociados al cultivo del arroz	22
□ Ácaros depredadores asociados al cultivo del arroz	24
1.3.2 Distribución de los ácaros asociados al cultivo del arroz según el sistema de siembra	25
□ Distribución de los ácaros asociados al cultivo en las diferentes zonas arroceras de Colombia	27
□ Distribución de los ácaros asociados al cultivo en las diferentes variedades que han sido sembradas en las zonas arroceras de Colombia	30
1.4 Bibliografía	32
2. CAPÍTULO 2	38
2.1 Introducción	38
2.1.1 Descripción taxonómica de <i>S. spinki</i>	38
2.1.2 <i>Steneotarsonemus spinki</i> SMILEY (1967)	39

<input type="checkbox"/> Hembras	39
<input type="checkbox"/> Machos	41
2.1.3 Aspectos biológicos y de comportamiento de <i>S. spinki</i>	42
2.1.4 Relación de <i>S. spinki</i> con la fenología del cultivo de arroz y dinámica poblacional	44
2.2 Metodología	45
2.2.1 Determinar relación entre la fenología del cultivo y la incidencia de <i>S. spinki</i> en el cultivo del arroz en condiciones controladas y establecer el ciclo de vida del ácaro bajo condiciones de la zona de estudio	45
<input type="checkbox"/> Cría de <i>S. spinki</i>	45
2.2.2 Evaluación de la incidencia del daño de <i>S. spinki</i>	46
2.2.3 Tabla de vida del ácaro <i>Steneotarsonemus spinki</i> bajo condiciones de laboratorio en C.I La Victoria – Montería	49
2.2.4 Cálculo de parámetros poblacionales y tablas de vida	50
2.3 Resultados y discusión	51
2.3.1 Daño causado por <i>S. spinki</i> en las plantas de arroz	51
2.3.2 Tabla de vida de <i>S. spinki</i> en el cultivo del arroz	81
<input type="checkbox"/> <i>Descripción morfológica de los estados de desarrollo de Steneotarsonemus spinki</i>	81
<input type="checkbox"/> Tiempo de desarrollo de huevo a adulto y supervivencia	83
<input type="checkbox"/> Duración de los períodos reproductivos, fecundidad (Mx) y longevidad de las hembras de <i>S. spinki</i>	86
<input type="checkbox"/> Parámetros poblacionales	87
2.4 Bibliografía	88
3. CAPÍTULO 3	91
3.1 Introducción	91
3.1.1 Relación de <i>S. spinki</i> con la fenología del cultivo de arroz y dinámica poblacional	91
3.1.2 Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro el	93
<input type="checkbox"/> Criterios de manejo	93
3.1.3 Tipos de manejo	94
<input type="checkbox"/> Manejo cultural	94
<input type="checkbox"/> Manejo biológico	94
<input type="checkbox"/> Manejo químico	96
3.2 Metodología	97

3.2.1	Evaluación en laboratorio	98
3.2.2	Evaluación en campo	99
3.2.3	Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro el ácaro	99
3.3	Resultados y discusión	101
3.3.1	Dinámica de población de <i>Steneotarsonemus spinki</i> en cultivo de arroz	101
□	Fluctuaciones de población	103
3.3.2	Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro	108
4.	CONCLUSIONES	113
4.1	Conclusiones	113

Introducción

Los atributos biológicos de *Steneotarsonemus spinki* Smiley, tales como la capacidad de desarrollar rápidamente resistencia a plaguicidas, reducido tamaño; por lo cual es muy difícil de detectar; capacidad de sobrevivir en condiciones adversas, reproducción partenogenética y adaptación rápida a nuevos hospederos como las gramíneas, entre otros; lo ubican como una amenaza en los sistemas arroceros. El impacto de *S. spinki* puede causar reducciones en la productividad del arroz, aumento de las aplicaciones de agroquímicos para el control del ácaro, lo cual conlleva a incrementar los costos de producción, los riesgos de contaminación del ambiente y de los agricultores.

El primer registro como plaga del arroz, fue hecho por Ramaiah en 1931 en India. Sin embargo, solamente hasta la década de los setenta Ou *et al.*, (1977) hacen la primera publicación que se refiere a este ácaro como plaga del arroz en el sur de China desde 1968. De allí en adelante son numerosas las publicaciones asiáticas sobre reportes y estudios de este ácaro, de las cuales se mencionan a continuación algunas: Rao y Das (1977) en India; Lo y Hor (1977); Sogawa (1977); Smiley *et al.*, (1993) Cheng y Chiu (1999); Cho *et al.*, (1999); Cabrera *et al.*, (2002) en Taiwán, Kenia, Filipinas, Corea, Tailandia y Sri Lanka. En Japón fue reportado infestando plántulas para producción de semillas (Shikata *et al.*, 1984).

El primer reporte de *S. spinki* en América, fue en 1997 en plantaciones de arroz en Cuba (Ramos y Rodríguez, 1998). A partir de ese momento, se inicia rápidamente su dispersión por toda la región Caribe y de América Central. En República Dominicana (Ramos *et al.*, 2001); en Panamá (Almaguel y Botta, 2005), Haití (Herrera, 2005) y en Costa Rica (Sanabria y Aguilar, 2005); Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario, 2005), Guatemala, Honduras (Castro *et al.*, 2006), Nicaragua, y Venezuela (Aguilar y Murillo, 2008), Campeche, México (Arriaga, 2007) Estados Unidos (Texas Department of

Agriculture, 2007); causando severos daños en cultivos de arroz *Oryza sativa* L. Tseng, (1984), expreso que el ácaro de la panícula del arroz, *S. spinki*, es la plaga más importante del cultivo del arroz en el mundo. Esta consideración expresada hace 17 años por las experiencias asiáticas, continua siendo válida en la actualidad, especialmente ahora que este ácaro fue introducido y se ha dispersado en el continente americano.

El hospedero natural preferido por *S. spinki*, es *Oriza sativa* L. (Ho y Lo, 1979; Jiang *et al.*, 1994), sin embargo, Ho y Lo (1979) encontraron este ácaro sobre 70 especies de plantas incluyendo malezas que crecen con el arroz. Sanabria y Aguilar (2005) encontraron que en Costa Rica y Panamá, *S. spinki* usa como hospederos alternos arroz Silvestre *Oryza latifolia* Desv. En India fue colectado de *Cyndon dactylon* (L.) Pers (Poaceae), *Cyperus iria* L. (Cyperaceae), Palla (Cyperaceae), *Schoenoplectus articulatus* (L.) (Rao y Prakash, 1996, 2002; Central Rice Research Institute, 2006).

Según el ICA esta especie fue introducida en el 2005 al país, detectándose en las zonas de Casanare, Tolima, Huila y Norte de Santander; y es considerado plaga limitante en el cultivo del arroz ya que causan pérdidas en cosecha tanto en calidad como en cantidad. Además constituye una barrera cuarentenaria para la exportación del producto en Paddy y de semilla para siembra. La introducción de *S. spinki* a Colombia crea la necesidad de realizar investigaciones que conduzcan a esclarecer la importancia real de *S. spinki* durante el desarrollo fenológico del cultivo del arroz, factores bióticos y abióticos contribuyen a la explosión de sus poblaciones y prácticas agronómicas que favorecen la presencia del ácaro; lo cual dará luces para un manejo adecuado del ácaro, de los productos químicos en pro del ambiente.

Se han realizado algunos reconocimientos de especies de ácaros fitófagos y benéficos asociados al cultivo del arroz (Mejía *et al.*, 1993), pero no existe un trabajo taxonómico detallado que permita conocer la diversidad de ácaros asociados al cultivo en las diferentes regiones productoras de Colombia.

Por lo anterior este trabajo tiene como objetivos actualizar la información taxonómica sobre las especies de ácaros asociadas al cultivo del arroz en las zonas arroceras de Colombia (Tolima, Huila, Llanos Orientales, Valle del Cauca y Caribe); determinar

relación entre la fenología del cultivo y la incidencia de *S. pinki* en el cultivo del arroz en condiciones controladas y establecer la dinámica de la población de *S. pinki* en el cultivo del arroz en Montería – Córdoba.

Y se espera que los resultados obtenidos en esta investigación sean herramientas que aporten información valiosa a la hora de planear estrategias de manejo integrado del ácaro fitófago en el cultivo.

1.Capítulo 1

Actualizar la información taxonómica sobre las especies de ácaros asociadas al cultivo del arroz en las zonas arroceras de Colombia (Tolima, Huila, Llanos Orientales, Valle del Cauca y Caribe).

1.1 Introducción

1.1.1 Importancia del cultivo del arroz en el mundo y Colombia

El arroz *Oryza sativa* L, es uno de los cultivos con mayor importancia a nivel mundial, es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. Con excepción de la Antártida, todos los continentes del planeta producen arroz; se siembra desde el Ecuador hasta latitudes de 53° norte (en China) y 35° a 40° sur, y en regiones tropicales hasta las alturas de 2400 m.s.n.m. (Chandler, 1984). Su producción se extiende a más de 100 países y se constituye en la base alimenticia de más de la mitad de la población mundial proporcionando el 27% de la energía alimentaria y el 20% de las proteínas. (FAO, 2004).

Para el caso de Colombia, según la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado, informaron que para el 2012 se sembraron en todo el país 416.053 ha; distribuidas en 211 municipios de Colombia, las cuales están ubicadas en las siguientes zonas: Zona Centro

con 145.273 ha; Zona Llanos con 177.566 ha; Zona Costa Norte con 19.763 ha; Zona Bajo Cauca con 50.439 ha y la Zona de Santanderes con 23.012 hectáreas. Generando ingreso en forma directa e indirecta a aproximadamente 2 millones de personas en todo el país; esto en todo lo que tiene que ver con el cultivo y su procesamiento industrial. Con producciones de 1.927.006 toneladas de arroz paddy seco. (Dane - Fedearroz, 2012).

Los costos para la producción de arroz en Colombia se encuentran entre los 4.527.820 millones de pesos por hectárea dentro de los cuales el control de plagas y enfermedades representa cerca del 5.5% de este valor (Dane - Fedearroz, 2012); que está relacionado con la sanidad del cultivo y el manejo de plagas, dentro de los cuales encontramos al ácaro el cual fue introducido en el 2005 al país y se tiene reseñado como una plaga importante en el cultivo del arroz en las zonas productoras.

1.1.2 Especies de ácaros asociados al cultivo del arroz

Según estudios realizados por Rocha *et al.*, (2011), de la bioecología de la ácarofauna asociada al cultivo del arroz en Brasil, encontraron la presencia de nueve familias, las cuales fueron Ascidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Histiostomidae, Iolinidae, Phytoseiidae, Tarsonemidae, Tetranychidae y Tydeidae, también fueron encontrados ácaros del orden Oribatida. Donde la familia de mayor riqueza fue Ascidae con cuatro especies, siguiéndole en su orden la familia Tetranychidae con dos especies y entre los depredadores que se encontraron con mayor riqueza fueron *Neoseiulus parabensis* y *Lasioseius sp.*

Para el caso de Colombia, estudios realizados por Mejía *et al.*, (1992) reportan las especies *Schizotetranychus orizae* y *Schizotetranychus paezi* en el cultivo del arroz en las zonas de Espinal y Palmira; por otra parte Fernández *et al.*, (1996) reportan la especie *Schizotetranychus orizae* en la zona de Córdoba.

1.1.3 Ácaros depredadores asociados al cultivo del arroz

Aunque se conoce poco del potencial de algunos ácaros depredadores, la familia Phytoseiidae actúan como reguladores naturales de ácaros plaga; en los últimos años se ha incrementado el interés por estos organismos (Gerson, 2003; Moraes *et al.*, 2004; Moraes y Flechtmann, 2008; Lindquist *et al.*, 2009). Aunque existen especies con diferentes hábitos alimenticios como son alimentación con polen, otros ácaros, hongos, entre otros. (Ferragut *et al.*, 2010). Otro factor que afecta y es una de las complejidades en la utilización de estos ácaros dentro del control biológico son la dificultad de producirlos para sus posteriores liberaciones (Gerson, 2003); sin embargo, se han encontrado en forma natural, no solamente de la familia Phytoseiidae; sino de otras familias controlando ácaros fitófagos de varios cultivos, incluyendo el cultivo del arroz, especialmente, sobre el ácaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki*.

Quiroz *et al.*, (2010), reportan por primera vez para Panamá los ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki*, donde realizaron muestreos entre noviembre y diciembre de 2008 y detectaron las especies *Neoseiulus baraki*, *Neoseiulus parabensis* (Phytoseiidae) y los géneros *Hypoaspis* y *Pseudoparasitus* (Laelapidae).

Por otra parte Fritz *et al.*, (2011), realizaron un estudio sobre la diversidad y abundancia de artrópodos en el cultivo de arroz de las zonas subtropical del sur de Brasil donde reportan la presencia de familias como Erythraeidae y Phytoseiidae; las cuales tienen hábitos depredadores de otros ácaros. Por otro lado Rocha *et al.*, (2011), reportaron poblaciones de *Neoseiulus parabensis* (Phytoseiidae) asociado a poblaciones de *Schizotetranychus orizae*.

Según Quiróz *et al.*, (2012), realizaron un estudio en Panamá, para determinar la fluctuación poblacional y abundancia relativa de ácaros depredadores en tres cultivares de arroz (Idiap FL 106-11, Idiap FL 137-11 e Idiap 145-05) y como resultado obtuvieron que en las tres variedades registraron presencia de ácaros depredadores, presentando mayor incremento de sus poblaciones tanto de depredadores como de *S. spinki* hacia la edad de floración e identificaron como ácaros depredadores a *Neoseiulus paraibensis*, *Pseudoparasitus* sp e *Hypoaspis* sp. Los promedios de ácaros *S. spinki*, estuvieron entre 3,15; 2,69 y 6,92 ácaros/muestreo y los ácaros depredadores entre 9,08; 13,38 y 10,33

ácaros/muestreo en las variedades; donde indican que la especie *N. paraibensis* se registró en todos los muestreos en las tres variedades, con abundancia relativa de 94, 95 y 95% y la especie *Pseudoparasitus* sp., con baja frecuencia registrándose en los muestreos cercanos a la floración. En otras investigaciones en Cuba realizadas por Ramos *et al.* (2007) y Rodríguez *et al.*, (2009), reportaron con mucha frecuencia que detectaron junto a *S. spinki* diferentes especies de ácaros depredadores pertenecientes, principalmente, a las familias Phytoseiidae y Ascidae. Por otra parte Almaguel *et al.*, (2005), mencionaron que la presencia de estos enemigos naturales en la vaina de la planta puede alcanzar hasta 3,3 depredadores por planta como promedio. Lakshmi *et al.*, (2008) informaron que *Neoseiulus taiwanicus* (Ehara) es el enemigo natural de *S. spinki* más importante en la India.

Mesa (1999), cita que Moraes y Mesa (1988), reportaron para Colombia las especies *Neoseiulus californicus* asociada al cultivo del arroz en la zona del Valle del Cauca y *Neoseiulus paraibensis* en el cultivo del arroz en Villavicencio, Jamundí y Palmira; por otra parte Fernández *et al.*, (1996) reportaron la especie *Neoseiulus californicus* asociada al cultivo del arroz para la zona de Córdoba.

1.1.4 Ácaros fitófagos asociados al cultivo del arroz

El primer reporte de *S. spinki* en América, fue en 1997 en plantaciones de arroz en Cuba (Ramos y Rodríguez, 1998). A partir de ese momento, se inicia rápidamente su dispersión por toda la región Caribe y de América Central. En República Dominicana (Ramos *et al.*, 2001); en Panamá (Almaguel y Botta, 2005), Haití (Herrera, 2005) y en Costa Rica (Sanabria y Aguilar, 2005); Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario, 2005), Guatemala, Honduras (Castro *et al.*, 2006), Nicaragua, y Venezuela (Aguilar y Murillo, 2008), Campeche, México (Arriaga, 2007) Estados Unidos (Texas Department of Agriculture, 2007).

El hospedero natural preferido por *S. spinki*, es *Oriza sativa* L. (Ho y Lo, 1979), (Jiang *et al.*, 1994); sin embargo, Ho y Lo (1979) encontraron este ácaro sobre 70 especies de plantas incluyendo malezas que crecen con el arroz. Sanabria y Aguilar (2005)

encontraron que en Costa Rica y Panamá, *S. spinki* usa como hospederos alternos arroz Silvestre *Oryza latifolia* Desv. En India ha sido colectado de *Cyndon dactylon* (L.) Pers (Poaceae), *Cyperus iria* L. (Cyperaceae), *Palla* (Cyperaceae), *Schoenoplectus articulatus* (L.) (Rao y Prakash, 1996, 2002; Central Rice Research Institute, 2006).

Los ácaros de género *Schizotetranychus* están asociadas a las gramíneas y al cultivo del arroz, en donde se destacan las especies *Schizotetranychus orizae* Rossi De Simons y *Schizotetranychus paezi* Alvarado y Fréitez, los cuales han sido reportados en Venezuela (Pantoja *et al.*, 1997); en Perú (Castillo, 2007); en Brasil (Rocha *et al.*, 2011) reportaron la especie *Schizotetranychus orizae*. Igualmente De Galvis *et al.*, (1985), también reportaron la especie *Schizotetranychus orizae* y la especie *Schizotetranychus paracemus*. La misma situación encontró Amaya (1971), donde realizó un estudio sobre ácaros en la zonas arroceras del departamento del Tolima y reportó la presencia de *Schizotetranychus orizae*.

El daño causado por estas especies es la perforación de las células de la lámina foliar para succionar sus contenidos, donde la continua perforación y remoción de contenido celular se manifiesta como puntos finos y blanquecinos que luego se convierten en estrías longitudinales amarillentas (cloróticas) reduciendo su área fotosintética, la que se acrecienta con la formación de telarañas que cubren parte de la hoja, en donde se encuentran grandes poblaciones del mismo. (De Galvis *et al.*, 1985).

1.1.5 Ácaros detritófagos asociados al cultivo del arroz

Algunas especies de Acaridae, son de hábitos fungívoros y saprófagos, no ocasionan ningún tipo de daño en el cultivo, se alimentan de secreciones, cadáveres de insectos, hongos, etc. (Gerson y Smiley, 1990).

Los ácaros de la familia Tydeidae, tienen hábitos fungívoros, se presentan en grandes colonias sobre árboles frutales y son atraídos por mielecilla y excreciones de hemípteros, sobre la cual crecen hongos, de los cuales se alimentan los ácaros (Moraes y Fletchmann *et al.*, 2008; Walter *et al.*, 2009).

1.1.6 Daños ocasionados por *Steneotarsonemus spinki* y pérdidas en el cultivo del arroz

Los Tarsonemidos presentan quelíceros estiliformes y cortos, adecuados para perforar los micelios y los tejidos vegetales muy succulentos, pero incapaces de atravesar tejidos más duros o lignificados. Los daños más significativos de estos ácaros son observados en la región de crecimiento de la planta donde los tejidos son más túrgidos. Al perforar las células superficiales, el primer síntoma del ataque es la decoloración y en ocasiones bronceamiento del área afectada. Generalmente, la sintomatología que ocasiona esta familia es que los bordes de la hoja se enrollan para abajo o para arriba, normalmente su ataque es en tejidos tiernos que entran en colapso provocando deformaciones en el tejido vegetal joven y las alteraciones en el crecimiento de la planta que es producida por la inyección de toxinas durante el proceso de alimentación, esto ha sido reportado para las especies *P. latus* y *Phytonemus pallidus* (Banks) (Moraes y Flechtmann, 2008). Situación que ha sido reportada por Navia *et al.*, (2010) para *S. spinki*, donde mencionan que el ácaro puede producir un daño ocasionado como consecuencia de la inyección de una toxina durante su alimentación o indirecta a través de la difusión de fitopatogenos.

En el cultivo del arroz, Chow *et al.*, (1980); registran que *S. spinki* se alimenta perforando las células epidérmicas de la planta usando sus estiletes de 5 mm de longitud. El daño en arroz se manifiesta con regiones necróticas de coloración café a pardo sobre la superficie de la hoja o cascara del grano. El daño es similar a la apariencia causada por el patógeno *Sarocladium oryzae* (Sawada, 1922). Las infestaciones de *S. spinki* en arroz, han sido asociadas con lesiones negras en la vaina de la hoja, decoloración de los granos, vaneamiento de granos secos parcial o total de los granos y varias malformaciones en granos (Chein, 1980; Reissig *et al.*, 1986; Rao y Prakash, 1992; Rao *et al.*, 1993).

S. spinki, ha sido reportado causando daños significativos en el cultivo de arroz en diferentes países como Taiwán (Cheng y Chiu, 1999), China (Jiang *et al.*, 1994), India (Ou *et al.*, 1977), Cuba (Ramos y Rodríguez, 2000), Republica Dominicana (Ramos *et al.*, 2001), Panamá (García, 2005), y Costa Rica (Barquero, 2004).

Los reportes de daños causados por *S. spinki* en Cuba en 1997 fueron entre 30 a 70% lo cual correspondió al primer año de infestación (Ramos y Rodríguez, 1998, 2000). Actualmente en Cuba, el complejo *S. spinki*/hongos, es considerado el problema mayor en la producción de arroz (Pérez, 2002). Los cálculos de pérdidas ocasionadas por el ácaro *S. spinki* en otros países fueron: en República Dominicana en 1998 del 40% (Díaz *et al.*, 1999; Ramos *et al.*, 2001). En Haití, del 60% (Almaguel y Botta, 2005), y del 40 a 60% de las perdidas en Panamá (García, 2005). En Costa Rica en el 2004 las pérdidas fueron del 45%, lo cual significo \$10.96 millones de dólares (Barquero, 2004). En Brasil donde todavía no se ha registrado la presencia de *S. spinki*, se considera que de ser introducido el ácaro, las pérdidas en el cultivo del arroz, serian gigantescas, ya que la producción promedia es de 12.7 millones de toneladas/año y se predice que se presentaría una situación similar a la reportada en la región Caribe de 30 a 70% lo cual equivale a 3.8 a 8.9 millones de toneladas/año (Navia *et al.*, 2005).

A pesar de que numerosas pérdidas en la producción del cultivo del arroz, han sido atribuidas a *S. spinki*, es posible que el ácaro no sea el responsable absoluto ya que generalmente se encuentra en asocio con patógenos de plantas (Hummel *et al.*, 2009). Diversos patógenos como bacterias, hongos, espiroplasmas y partículas virales han sido encontradas en asocio con este ácaro (Hsieh *et al.*, 1977; Chow *et al.*, 1980; Shikata *et al.*, 1984; Rao *et al.*, 1993; Almaguel *et al.*, 2003; Rao y Prakash, 2003; Sanabria y Aguilar, 2005).

Los síntomas asociados con la infestación de *S. spinki* en plantas de arroz, incluyen: síndrome de esterilidad del grano descrita por Chen *et al.*, (1979) como pérdida y bronceado de la hoja bandera, entorchamiento del cuello de la panícula, resultando en un vaneamiento o llenado desuniforme del grano, manchado de grano, panícula erecta y falta de peso.

Rao y Prakash (2003) en India, describieron el daño como decoloración de los granos infestados y aislaron de estas plantas infestadas por *S. spinki*, las bacterias *Alternaria padwickii* (Ganguly), *Burkholderia (Pseudomonas) glumae* (Kurita & Tabei), *Curvularia lunata* [*Cochliobolus lunatus* R.R. Nelson & Haasis], *Fusarium graminearum* [*Gibberella zeae* (Schwein)], y *Fusarium moniliforme* J. Sheld). Así mismo, encontraron plantas infestadas por el acaro pero libres de patógenos con el daño de decoloración del grano, por lo cual concluyeron que la sintomatología observada en los granos se debe a *S. spinki* inyecta una saliva tóxica.

Según Ochoa *et al.*, (1991), se conoce que algunas especies de Tarsonemidae pueden llevar adheridas a su cuerpo y en estructuras especializadas esporas de hongos, comprometiéndolos en la diseminación de enfermedades fungosas. En Cuba, colocaron adultos de *S. spinki* sobre medio de cultivo de *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth (Sabouraud Glucose Agar) y pudieron aislar del cuerpo de los ácaros esporas del hongo, lo cual corrobora la hipótesis de que el ácaro es un importante vector de hongos fitoparasitarios. Chen *et al.*, (1979), encontraron que *S. spinki* carga sobre su cuerpo esporas de *Acrocylindrium oryzae* Sawada (*Sarocladium oryzae* Sawada (W. Gams & D. Hawksworth) y concluyeron que los síntomas en las plantas se debió a la combinación del daño de *S. spinki* y el patógeno.

Experimentos realizados en Louisiana (EEUU), infestando plantas de arroz con *S. spinki*, encontraron que además del daño causado por el ácaro, las plantas también presentaron síntomas de tizón bacterial de la panícula (*Bacterial panicle blight*) y este daño incluyó vaneamiento del grano y panículas erectas. Las regiones decoloradas de la vaina de la hoja bandera de la planta fueron asociadas con daño por alimentación del ácaro. *S. spinki*, produce los daños más significativos en el cultivo del arroz cuando se alimenta sobre panículas en desarrollo (etapa de brotación o autoarranque). La alimentación del ácaro produce esterilidad y parcial infertilidad de las plantas. El mecanismo exacto por el cual causa esterilidad, no es aun entendido (Hummel *et al.*, 2009). En trabajos realizados en Panamá Nandakumar *et al.*, (2007) describieron la asociación de la proteobacteria *B. glumae* (Kurita & Tabei) y *Burkholderia gladioli* (Severini) produciendo los síntomas de tizón de la panícula (*panicle blight*).

No obstante, a pesar de la falta de claridad, investigadores del CIAT (2005) en Colombia, basados en observaciones y fotografías de ataques del ácaro en diferentes partes del mundo, consideraron que el daño atribuido a *S. pinki* es realmente causado por la bacteria. En países como Colombia, es fundamental esclarecer si realmente el ácaro *S. pinki* es el responsable de todos los daños que se presentan en el cultivo cuando él está presente, o si se trata de un complejo ácaro/patógeno.

1.2 Metodología

1.2.1 Identificación de especies de ácaros asociados al arroz

Para realizar la actualización de la información taxonómica sobre las especies de ácaros asociadas al cultivo del arroz en las zonas arroceras de Colombia (Tolima, Huila, Llanos Orientales, Valle del Cauca y Caribe) se colectaron muestras biológicas para su posterior identificación por medio del microscopio, también se realizaron encuestas con el fin de establecer alguna relación entre el manejo del cultivo, condiciones climáticas y los ácaros asociados al cultivo y poder visualizar problemas y/o estrategias en el manejo del cultivo del arroz en las diferentes zonas del país. (Anexo 1).

Se tomaron muestras en 11 departamentos de las zonas arroceras de Colombia, esto teniendo en cuenta la metodología utilizada por la encuesta arroceras y de acuerdo a la brigada fitosanitaria realizada por Fedearroz con un 80% de confiabilidad y un 20% de error, en donde podemos observar en la tabla 1-1; los diferentes departamentos muestreados con sus respectivos municipios, números de muestras tomadas y sus correspondientes encuestas relacionadas con el manejo del cultivo y su interacción con el ácaro. Esta actividad se realizó desde el mes de junio del 2012 hasta noviembre de 2013, donde se montaron un total de 1929 placas de los diferentes ácaros encontrados en cada una de las muestras evaluadas.

El modo como se tomó la muestra en las fincas visitadas fue colectando 5 plántulas o 5 macollas del campo, independiente del estado fenológico del cultivo, a dichas muestras se le lavaron sus raíces garantizando que no quedaran con tierra, esto con el fin de evitar el deterioro de la misma. Posteriormente se envolvieron con papel periódico húmedo, luego se metieron en bolsas plásticas y se transportaron al laboratorio en Montería para la revisión bajo estereoscopio y el montaje directo en placas de todos los ácaros encontrados.

Tabla 1-1: Relación de muestreo de las zonas arroceras de Colombia.

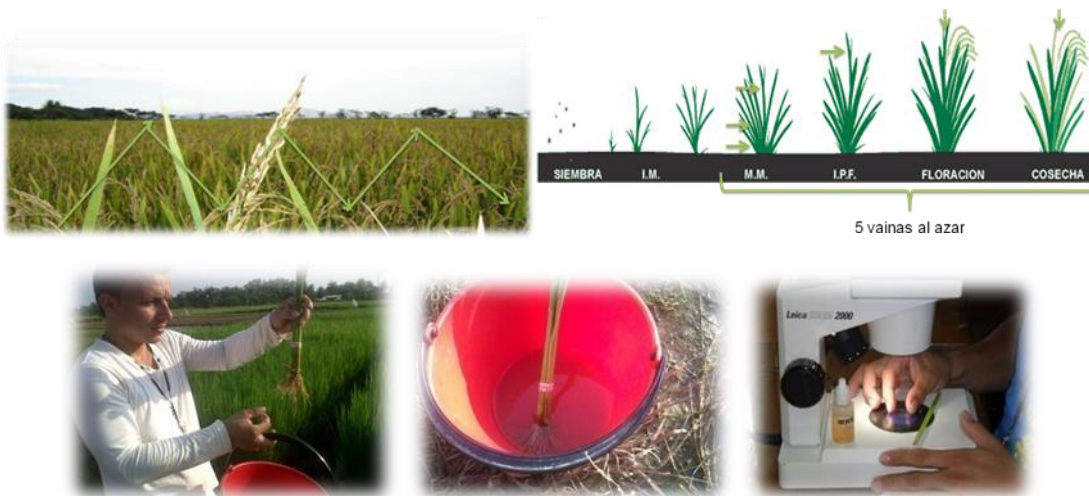
ZONA ARROCERA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	MUESTRAS (#)	ENCUESTAS (#)
BAJO CAUCA	Antioquia	Nechi	23	0
	Córdoba	Montería	125	0
		Tierra Alta	36	0
		Chima	5	0
	Sucre	San Marcos	10	0
		Guaranda	7	0
		Majagual	19	0
	Bolívar	Achí	5	0
		Marialabaja	4	0
		Regidor	1	1
		San Jacinto del Cauca	5	0
COSTA NORTE	Magdalena	Fundación	4	0
		Pivijai	5	0
	Cesar	Valle del Upar	17	0
		Becerril	3	0
		Gamarra	26	21
		Aguachica	20	18
		San Martín	30	19
		San Alberto	8	8
		El Cedro	1	1

Tabla 1-1: (continuación)

	-	La Gloria	8	9
CENTRO	-	Tamalameque	2	2
	Córdoba Norte de Santander	Fonseca	4	0
		Cúcuta	14	0
		La Esperanza	3	3
	Valle del Cauca	Jamundí	7	0
		Zarzal	2	0
		Guacarí	1	0
	Bolívar Tolima	Palmira	2	0
		Prado	2	2
		San Luis	4	4
		Saldaña	5	5
LLANOS ORIENTALES	Huila	Palermo	2	2
		Aipe	2	2
	Cesar Meta			
		Campoalegre	18	0
		Villavicencio	9	6
		Granada	4	3
		Acacias	3	2
		Castilla La Nueva	2	2
		Restrepo	1	1

Para el montaje de los ácaros se utilizó medio Hoyer con el fin de fijar y aclararlos para su identificación. Una vez seco el montaje se procedió al sellado con pintura de aceite y etiquetado de cada lámina. Cada placa se identificó con los datos de colecta (país, departamento, municipio, planta hospedera, fecha de colección, colector). (Figura 1-1). Para la identificación de los ácaros a nivel de género, se utilizó descripciones de especies de la familia Tarsonemidae, como las de Smiley, 1967, Hummel *et al.*, 2009; Lofego y Gondim, 2006; Moraes y Flechtmann, 2008.

Figura 1-1: Procedimiento de colecta, sellado, rotulación e identificación de los ácaros asociados al cultivo del arroz.



Con la identificación de las muestras hasta el nivel taxonómico de género en cada departamento se calcularon los índices de riqueza específica de Margalef y de equidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001) con el paquete estadístico SAS (2008), a partir de las siguientes ecuaciones:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

DMg = Índice de diversidad de Margalef

S = número de especies

N = número total de individuos

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

p_i : Abundancia proporcional de la especie

1.2.2 Manejo del cultivo del arroz y su relación con los ácaros

Con el ánimo de identificar el manejo que le realizan al cultivo del arroz en las diferentes zonas arroceras y poder relacionarlas con la presencia de los ácaros, especialmente del ácaro del vaneamiento del arroz; se realizó 106 encuestas representativas de toda la zona arroceras, con el análisis de las mismas se pudo identificar:

- Ubicación, área sembrada, altura, precipitación, edad del cultivo, variedad, densidad de siembra.
- Identificación de plagas.
- Importancia de las plagas que representa para el cultivo.
- Parte de la planta que afecta.
- Frecuencia de monitoreo de las plagas.
- Métodos de control y épocas de los mismos.
- Fertilización, dosis y épocas de aplicación.
- Reconocimiento del acaro *S. spinki* como especie que afecta al cultivo.
- Productos químicos que los agricultores reconocen para el control del ácaro *S. spinki*.

1.3 Resultados y discusión

1.3.1 Ácaros asociados al cultivo del arroz

Los resultados obtenidos de la identificación de los ácaros de las 1929 placas correspondientes de las zonas arroceras de Colombia se encuentran en tres grandes grupos que son Fitófagos, Depredadores y Detritófagos; esta identificación se realizó en un 100% para familias. En el figura 1-2 y 1-3, se puede observar la diversidad de familias de ácaros asociados al cultivo del arroz con una presencia de 16 familias, entre las cuales se encuentran familias de habito fitófago como son: Tarsonemidae, Tetranychidae y Tenuipalpidae; familias de habito depredador como son: Phytoseiidae, Ascidae, Cunaxidae, Phthiracaridae, Cheyletidae, Bdellidae, Trombidiidae, Erythraeidae y Stigmaeidae y familias de habito detritófagos como son: Acaridae, Tydeidae y Oribatidos; además se registro la presencia del suborden Ixodida. Cabe destacar que la mayor presencia con un 100% en las zonas arroceras de Colombia fue dos familias fitófagos y una familia depredadora.

Las familias fitófagos fueron Tarsonemidae, siendo representada en un 100% por la especie *Steneotarsonemus spinki* y Tetranychidae representada por varias especies donde se destaca *Schizotetranychus orizae* entre otras especies; y la familia de habito depredador fue Phytoseiidae, donde predomina la especie *Neoseiulus paraibensis*; dichos resultados coinciden con los reportados Gerson (2003), Quiroz *et al.*, (2010), Moraes *et al.*, (2004), Moraes y Flechtmann (2008); Lindquist *et al.*, (2009) y Ferragut *et al.*, (2010).

Siguiéndole en su orden otra familia de habito depredador fue la familia Ascidae con un 90,0% de presencia en las zonas arroceras, destacándose la especie *Blattisocius tarsalis*, luego tenemos el orden Oribatida con una representación del 72,7% en las zonas arroceras, los cuales tienen gran importancia por ser en su mayoría ácaros del

suelo y que se encuentran especies que cumplen la función como bio-indicadores de contaminación. La familia Cunaxidae que también tiene hábitos depredadores y Acaridae están representadas por un 63,6% en las zonas; mientras la familia Tydeidae representa el 54,5%, y aunque la importancia como depredadores es grande las familias Phthiracaridae, Bdellidae, Cheyletidae, Erythraeidae y Stigmaeidae tuvieron menor presencia en las zonas arroceras de Colombia. Estos reportes son muy similares a los reportados por Rocha *et al.*, (2011), de la bioecología de la acarofauna asociada al cultivo del arroz en Brasil, donde encontraron la presencia de nueve familias, las cuales fueron Ascidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Histiotomidae, Iolinidae, Phytoseiidae, Tarsonemidae, Tetranychidae y Tydeidae, también fueron encontrados ácaros del orden Oribatida. Sin embargo difiere de la familia de mayor riqueza que fue Ascidae con cuatro especies, siguiéndole en su orden la familia Tetranychidae con dos especies; y es similar a uno de los depredadores de mayor riqueza que fue *Neoseiulus parabensis*.

Figura 1-2: Familias de ácaros asociadas al cultivo del arroz en Colombia.

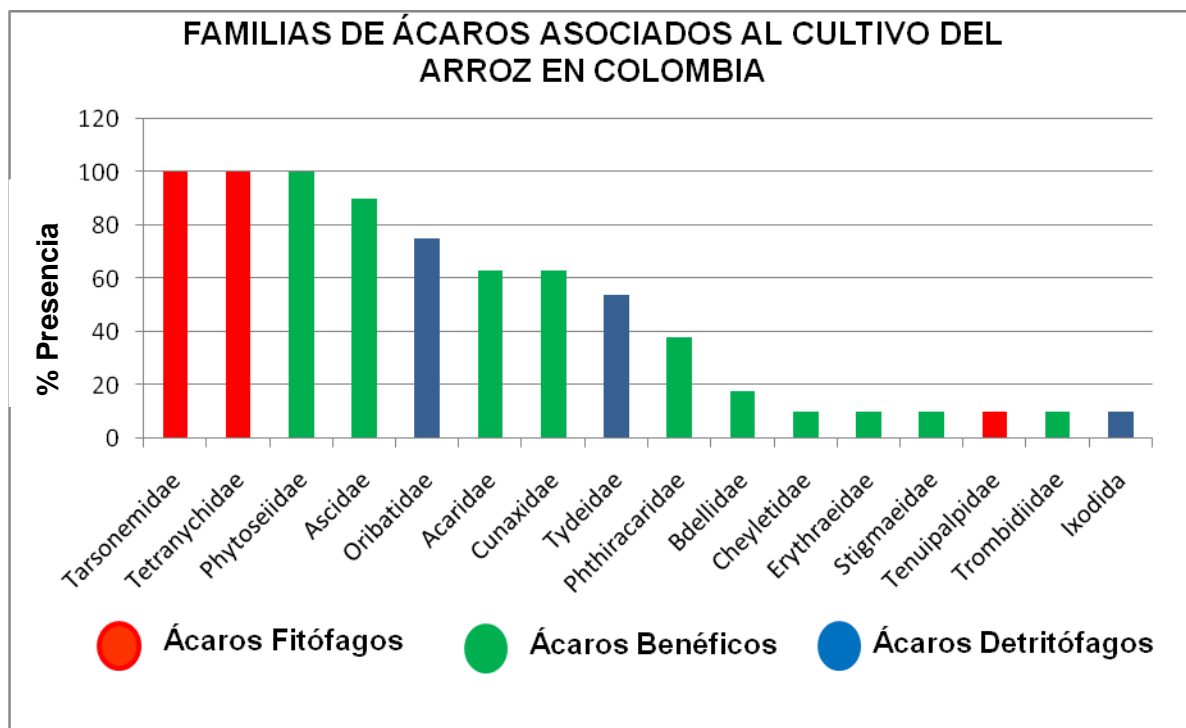
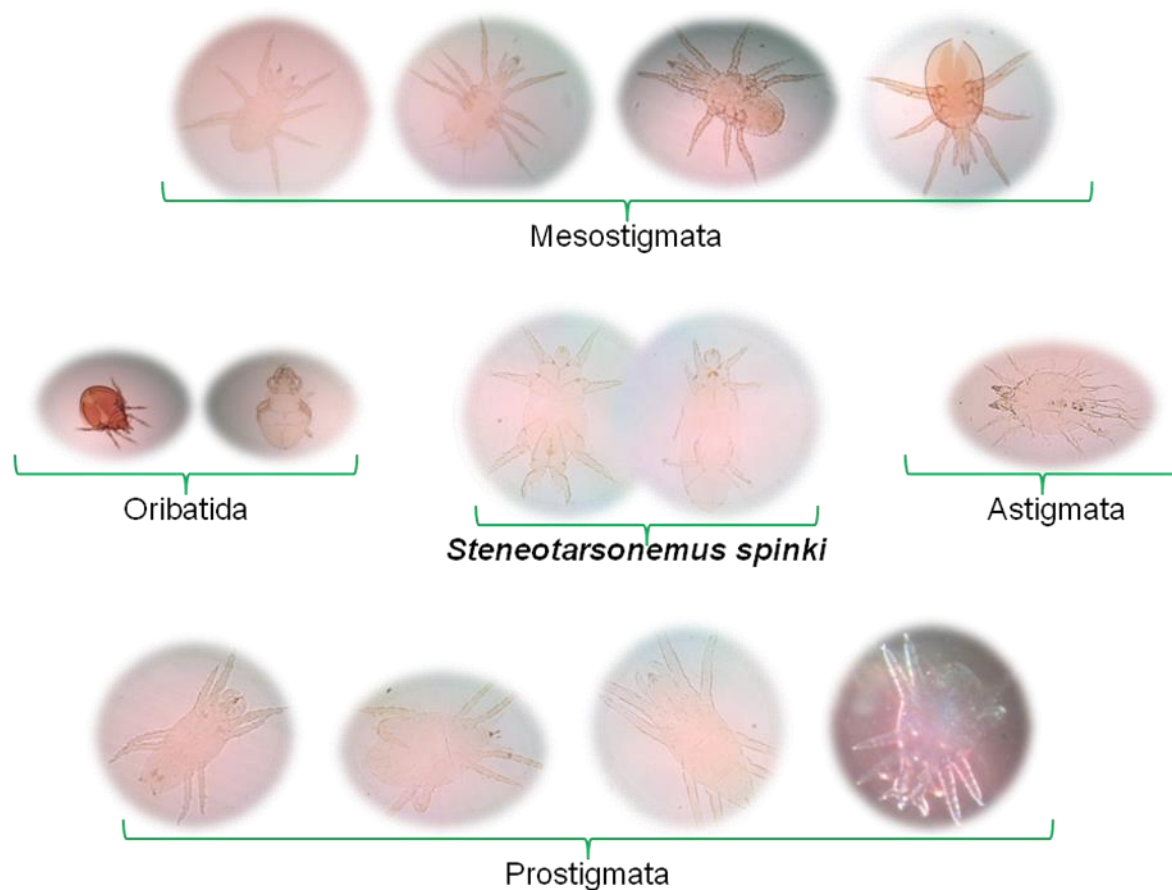


Figura 1-3: Familias de ácaros asociadas al cultivo del arroz en Colombia.



A continuación se realizará una descripción de los grupos más representativos encontrados en las zonas arroceras de Colombia.

➤ **Ácaros fitófagos asociados al cultivo del arroz**

De las 449 muestras analizadas en las zonas arroceras de Colombia, se encontró un 100% de representatividad de las familias Tarsonemidae representado por la especie *Steneotarsonemus spinki*, en donde esta familia presentan quelíceros estiliformes y

cortos, adecuados para perforar los micelios y los tejidos vegetales muy succulentos, pero incapaces de atravesar tejidos más duros o lignificados. Los daños más significativos que al perforar las células superficiales, el primer síntoma del ataque es un bronceamiento de la parte interna y externa de las vainas; la cual se va incrementando hasta tomar una coloración café.

Chow *et al.*, (1980), *S. spinki* se alimenta perforando las células epidérmicas de la planta usando sus estiletes de 5 mm de longitud. El daño en arroz se manifiesta con regiones necróticas de coloración café a pardo sobre la superficie de la hoja o cascara del grano. El daño es similar a la apariencia causada por el patógeno *Sarocladium oryzae* (Sawada, 1922). Las infestaciones de *S. spinki* en arroz, han sido asociadas con lesiones negras en la vaina de la hoja, decoloración de los granos, vaneamiento de granos secos parcial o total de los granos y varias malformaciones en granos (Chein, 1980; Reissig *et al.*, 1986; Rao y Prakash, 1992; Rao *et al.*, 1993).

S. spinki, ha sido reportado causando daños significativos en el cultivo de arroz en diferentes países como Taiwán (Cheng y Chiu, 1999), China (Jiang *et al.*, 1994), India (Ou *et al.*, 1977), Cuba (Ramos y Rodríguez, 2000), Republica Dominicana (Ramos *et al.*, 2001), Panamá (García, 2005), y Costa Rica (Barquero, 2004).

La otra familia es Tetranychidae que también se encontró un 100% de representatividad en las zonas arroceras de Colombia; con un 100% de la especie *Schizotetranychus orizae* y un 75% de otras especies de esta familia.

Los ácaros de género *Schizotetranychus* están asociadas a las gramíneas y al cultivo del arroz, en donde se destacan las especies *Schizotetranychus orizae* Rossi De Simons y *Schizotetranychus paezi* Alvarado y Fréitez, los cuales han sido reportados en Venezuela (Pantoja *et al.*, 1997); en Perú (Castillo, 2007), en Brasil (Rocha *et al.*, 2011) reportaron la especie *Schizotetranychus orizae*. Igualmente De Galvis *et al.*, (1985), también reportaron la especie *Schizotetranychus orizae* y la especie *Schizotetranychus paracemus*. La misma situación encontró Amaya (1971) donde realizó un estudio sobre ácaros en la zonas arroceras del departamento del Tolima y reportó la presencia de *Schizotetranychus orizae*.

Con respecto a los hábitos algunas especies producen tela abundante mientras que otras solo lo hacen para adherir los huevos al sustrato; la dispersión de los tetraníquidos también es el resultado del transporte de material vegetal infestado donde se destacan casos de introducción de nuevas especies a través de este mecanismo (Walter *et al.*, 2009; Moraes y Flechtmann, 2008).

Los miembros de esta familia se alimentan de células epidérmicas y parenquimatosas, las cuales unas vez vacías se llenan de aire y dan como resultado puntos translucidos, en forma de áreas plateadas o verde pálidas por la remoción de cloroplastos, también ocurre oxidación de las áreas atacadas tornándose bronceadas (Walter *et al.*, 2009). Si el ataque es intenso se presentan manchas necróticas de extensión variable que pueden causar caída del follaje (Moraes y Flechtmann, 2008).

➤ **Ácaros depredadores asociados al cultivo del arroz**

De las 449 muestras analizadas en las zonas arroceras de Colombia, se encontró un 100% de representatividad de las familias Phytoseiidae representado por varias especies entre la que más se destaca la especie *Neoseiulus parabensis* y *Amblyseuis largoensis*. Esta familia actúan como reguladores naturales de ácaros plaga; en los últimos años se ha incrementado el interés por estos organismos (Gerson, 2003; Moraes *et al.*, 2004; Moraes y Flechtmann, 2008; Lindquist *et al.*, 2009). Además, que tienen diferentes fuentes de alimentación como son polen, otros ácaros, hongos, entre otros. Se han encontrado en forma natural controlando ácaros fitófagos de varios cultivos, incluyendo el cultivo del arroz, especialmente, sobre el ácaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki*. Quiroz *et al.*, (2010), reportan por primera vez para Panamá los ácaros depredadores asociados a *Steneoptarsonemus spinki*, donde realizaron muestreos entre noviembre y diciembre de 2008 y detectaron las especies *Neoseiulus baraki*, *Neoseiulus parabensis* (Phytoseiidae) y los géneros *Hypoaspis* y *Pseudoparasitus* (Laelapidae). Lakshmi *et al.*, (2007) informaron que *Neoseiulus taiwanicus* (Ehara) es el enemigo natural de *S. spinki* más importante en la India.

Por otra parte Fritz *et al.*, (2011), realizaron un estudio sobre la diversidad y abundancia de artrópodos en el cultivo de arroz de las zonas subtropical del sur de Brasil donde reportan la presencia de familias como Erythraeidae y Phytoseiidae; las cuales tienen hábitos depredadores de otros ácaros. Por otro lado Rocha *et al.*, (2011), reportan poblaciones de *Neoseiulus parabensis* (Phytoseiidae) asociado a poblaciones de *Schizotetranychus orizae*.

Otra familia de importancia y que se encontró en un 85% en las zonas arroceras de Colombia fue la familia Ascidae, en donde se tienen registros de investigadores como Ramos *et al.*, (2007) y Rodríguez *et al.*, (2009), reportan con mucha frecuencia se han detectado junto a *S. spinki* diferentes especies de ácaros depredadores pertenecientes, principalmente, a las familias Phytoseiidae y Ascidae. Por otra parte Almaguel *et al.*, (2006) mencionan que la presencia de estos enemigos naturales en la vaina de la planta puede alcanzar hasta 3,3 depredadores por planta como promedio.

1.3.2 Distribución de los ácaros asociados al cultivo del arroz según el sistema de siembra

El cultivo del arroz en Colombia está distribuido en dos sistemas (Riego con 126.703 ha y Secano con 166.476 ha) según información Dane – Fedearroz (2012). Bajo estas condiciones en la figura 1-4; se puede observar que la diversidad de los ácaros fue diferente para cada uno de los sistemas, siendo superior en el sistema de riego, donde se encuentran las familias Phytoseiidae, Ascidae, Tarsonemidae, Acaridae, Oribatida, Tetranychidae, Tydeidae, Stigmaeidae, Tenuipalpidae, Cunaxidae, Cheyletidae, Erythraeidae, Bdellidae, Trombidiidae y Ixodidae con el mayor número de familias de hábito depredador; mientras que para secano las familias fueron Phytoseiidae, Ascidae, Tarsonemidae, Acaridae, Oribatida, Tetranychidae, Tydeidae y Bdellidae.

Con la información obtenida para cada sistema de cultivo de las zonas arroceras de Colombia, se calcularon los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick y de equidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001). (Tabla 1-2).

De acuerdo a los índices de riqueza y equidad obtenidos se puede observar que el sistema de riego presenta mayor diversidad comparado con el sistema de seco.

Tabla 1-2: Índices de riqueza y equidad de las familias encontradas en los dos sistemas del cultivo de arroz en Colombia.

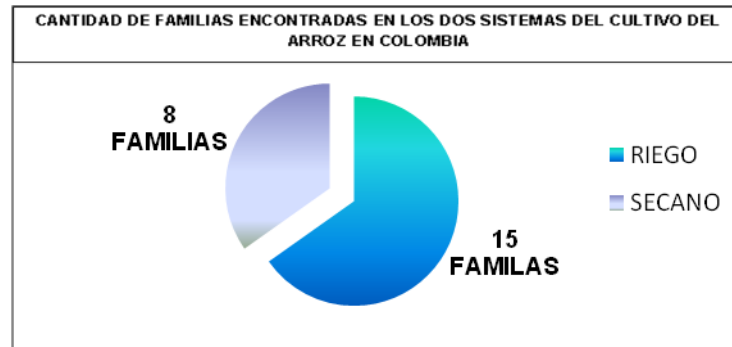
SISTEMA DE CULTIVO	NUMERO DE INDIVIDUOS	NUMERO DE FAMILIAS	INDICE DE RIQUEZA ⁽¹⁾	INDICE DE EQUIDAD ⁽²⁾
RIEGO	1420	15	1.93	1.9
SECANO	313	8	1.21	2.0
TOTAL	1733	23		

(1) Índice de riqueza específica de Margalef.

(2) Índice de equidad de Shannon-Wiener.

Esto posiblemente debido a que las condiciones para el cultivo de arroz en el sistema de riego son más favorables para el desarrollo de la planta, reduciendo los niveles de estrés especialmente por sequía, además que se favorece el mejor control de las malezas y reducción de las aplicaciones. Todas estas condiciones inciden en un equilibrio de las poblaciones de los ácaros. Esto a su vez se ve reflejado en el sistema de seco; en donde se obtuvieron la presencia de 8 familias de las cuales 4 son fitófagas.

Figura 1-4: Presencia del número de familias de ácaros encontradas en los dos sistemas del cultivo del arroz en Colombia.



➤ **Distribución de los ácaros asociados al cultivo en las diferentes zonas arroceras de Colombia**

Debido a las características que presentan las zonas arroceras y a la diversidad de ácaros encontrados se considera importante hacer una relación de la presencia de cada una de las familias por zona arroceras, las cuales se pueden observar en la tabla 1-3.

Con la información obtenida para cada departamento que conforma las zonas arroceras de Colombia, se calcularon los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick y de equidad de Shannon-Wievers (Moreno, 2001). (Tabla 1-4).

Tabla 1-3: Presencia de las familias encontradas en los departamentos que conforman las zonas arroceras de Colombia.

Familias de Ácaros	Bajo Cauca				Costa Norte				Centro			Llanos Orientales
	Antioquia	Córdoba	Sucre	Bolívar	Magdalena	Cesar	Norte de Santander	Guajira	Valle del Cauca	Tolima	Huila	Meta
ACARIDAE	√	√		√	√	√				√		√
ASCIDAE	√	√		√	√	√	√	√		√	√	√
BDELLIDAE	√	√										
ORIBATIDA	√	√			√	√		√	√	√	√	√
PHYTOSEIIDAE	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
TARSONEMIDAE	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
TETRANYCHIDAE	√	√	√	√		√	√	√		√	√	√
CHEYLETIDAE		√										
CUNAXIDAE		√									√	
ERYTHREIDAE		√										
PHTHIRACARIDAE		√		√							√	√
STIGMAEIDAE		√										
TROMBIDIIDAE		√										
TYDEIDAE		√		√		√			√	√	√	√
IXODIDAE		√										
TENUIPALPIDAE				√								

De acuerdo a los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick y de equidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001), se puede observar que los departamentos que presentan mayor diversidad en su orden fueron Córdoba, Bolívar, Meta, Tolima, Huila, Antioquia, Magdalena, Sucre, Guajira, Valle del Cauca, Cesar y Norte de Santander.

Tabla 1-4: Índices de riqueza y equidad de las familias encontradas en los departamentos de las zonas arroceras de Colombia.

ZONA ARROCERA	DEPARTAMENTO	NUMERO DE INDIVIDUOS	NUMERO DE FAMILIAS	INDICE DE RIQUEZA ⁽¹⁾	INDICE DE EQUIDAD ⁽²⁾
BAJO CAUCA	ANTIOQUIA	80	7	1,37	1,77
	CORDOBA	762	14	2,11	1,94
	SUCRE	6	3	1,12	0,69
	BOLIVAR	44	8	1,85	1,68
COSTA NORTE	MAGDALENA	57	6	1,24	1,57
	CESAR	376	7	1,01	1,76
	NORTE DE SANTANDER	66	5	0,95	1,44
	GUAJIRA	35	5	1,12	1,17
CENTRO	VALLE DEL CAUCA	7	3	1,03	0,96
	TOLIMA	64	7	1,44	1,77
	HUILA	154	8	1,39	1,55
LLANOS ORIENTALES	META	116	8	1,47	1,96
TOTAL		1767	23		

(1) Índice de riqueza específica de Margalef.

(2) Índice de equidad de Shannon-Wiener.

Tabla 1-5: Presencia de las familias encontradas en las diferentes variedades que se cultivan en las zonas arroceras de Colombia.

[illegible]

➤ **Distribución de los ácaros asociados al cultivo en las diferentes variedades que han sido sembradas en las zonas arroceras de Colombia**

Además se realizó un monitoreo en las variedades de arroz que han existido en Colombia, entre las que se encuentran las que se cultivan actualmente y poder observar la relación de cada una de las variedades y las diferentes familias que se presentaron en las zonas arroceras de Colombia, las cuales se pueden ver en la tabla 1-5.

Donde se calcularon los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick y de equidad de Shannon-Weber (Moreno, 2001). Tabla 1-6.

Tabla 1-6: Índices de riqueza y equidad de las familias encontradas en las diferentes variedades que se han sembrado en las zonas arroceras de Colombia.

VARIEDAD	NUMERO DE INDIVIDUOS	NUMERO DE FAMILIAS	INDICE DE RIQUEZA⁽¹⁾	INDICE DE EQUIDAD⁽²⁾
ALEJANDRA	13	5	1,6	1,6
BARINAS	1	1	0	0
CARIBE 8	2	2	1,45	0,69
CICA 8	1	1	0	0
VENEZUELA XXI	27	3	0,61	1,3
COPROSEN 301	10	5	1,74	1,47
COPROSEN 304	6	4	1,68	1,24
DORADA 510	2	2	1,45	0,69
FEDEARROZ 174	47	7	1,56	1,95
FEDEARROZ 2000	374	9	1,35	1,89
FEDEARROZ 355	3	2	0,91	0,63
FEDEARROZ 473	418	10	1,49	1,85
FEDEARROZ 50	39	8	1,91	1,59
FEDEARROZ 60	39	5	1,09	1,60
FEDEARROZ 733	303	12	1,93	1,90
FEDEARROZ 809	2	2	1,45	0,69
FEDEARROZ CHICALA	5	2	0,62	0,67
FEDEARROZ CLEARFIELD	5	4	1,86	1,33

Tabla 1-6: (Continuación)

VARIEDAD	NUMERO DE INDIVIDUOS	NUMERO DE FAMILIAS	INDICE DE RIQUEZA⁽¹⁾	INDICE DE EQUIDAD⁽²⁾
FEDEARROZ LAGUNAS	54	8	1,75	1,78
FEDEARROZ MOCARI	126	9	1,65	1,93
FORTALEZA	12	6	2,02	1,54
IMPROARROZ 1550	12	4	1,21	1,23
IMPROARROZ 524	4	3	1,44	1,04
ONLY RICE 228	26	5	1,23	1,47
ORQUIDEA 1	10	3	0,87	1,19
PANORAMA	9	5	1,82	1,30
PANORAMA PREMIUN	4	2	0,72	0,56
PLATINUM	4	2	0,72	0,56
TAILANDIA ORO	2	1	0	0
	1560	16		

Entre las variedades que presentaron mayor riqueza de familias de ácaros, se encuentran las que se cultivan actualmente, como son Fortaleza, Fedearroz 733, Fedearroz 50, Fedearroz Clearfield, Fedearroz Lagunas, Panorama y Coprosen 301.

En este estudio se realizaron 106 encuestas representativas de todas las zonas arroceras de Colombia, donde se encontró que las familias de ácaros asociadas al cultivo del arroz se concentraron en las siguientes condiciones agroclimáticas:

- Temperaturas en un rango entre 27 °C a 32°C.
- Precipitación en un rango entre 1200mm a 1400mm.

En cuanto a la fertilización se tuvo lo siguiente:

- Urea en un rango entre 100 kg a 150 kg.
- DAP en un rango entre 25 kg a 75 kg.
- KCL en un rango entre 100 kg a 150 kg.

Este comportamiento fue generalizado para todas las zonas arroceras.

1.4 Bibliografía

Aguilar, H.; Murillo, P. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: Periodo 2002–2008. *Agronomía Costarricense*. 32 (2), 7–28.

Arriaga, J.T. 2007. Detection of the rice tarsonemid mite (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) in Palizada, Campeche, Mexico.

Almaguel, L.; Rojas, Santos, A.; De la Torre, P.; Botta, E.; Hernández, J.; Cáceres, Idalia y Ginarte, A. 2003 Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1967 (Acari: Tarsonemidae) en arroz de riego en Cuba. *Fitosanidad*, 7(1): 23-24.

Almaguel, L.; Botta, E. 2005. Manejo Integrado de *Steneotarsonemus spinki*, Smiley. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe. Curso de Postgrado de Acarología, Introducción a la Acarología Agrícola. La Habana, Cuba. 44 pp.

Almaguel, L.; Botta, E.; Hernández, J.; Ginarte, A. 2005. Propuesta de manejo integrado del ácaro del vaneado del arroz para los países de la región de latinoamérica y el Caribe. Paper presented at the III Encuentro Internacional del Arroz: El ácaro del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae) retos y alternativas para América Latina y el Caribe. Habana, Cuba, 6 June 2005. Libro de Resumen, pp. 53-59.

Barquero M. 2004. Millonarias pérdidas en Arroz. Periódico “La Nación” Pág. 2-4.

Cabrera, R. I.; Nugaliyadde, L.; Ramos, M. 2002. Presencia de *Hirsutilla nodulosa* sobre el ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en Sri Lanka. En II Encuentro Internacional de arroz. C. de La Habana: Palacio de las Convenciones. pp 186-188.

Castillo, O. 2007. Informe técnico final “Complejo Acaro Hongo Bacteria Nuevo Reto Para Arroceros Centroamericanos”. Proyecto Fontagro 311-05.

Castro, B.A.; R. Ochoa; Cuevas, F. E. 2006. The threat of the panicle rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley, to rice production in the United States. 31st. Rice Technical Working Group Meeting. The Woodlands, Texas, Feb 26-March 1, 2006.

Central Rice Research Institute. 2006. A new alternate host of rice panicle mite. *CRRI Newsl.* 27 (3), 10.

Chandler, R.F. 1984. Arroz en los trópicos. Guía para el desarrollo de programas nacionales. p 304.

Chen, C.N., Cheng, C.C., Hsiao, K.C., 1979. Bionomics of *Steneotarsonemus spinki* attacking rice plants in Taiwan. In: Rodriguez, J.G. (Ed.), Recent Advances in Acarology, vol. 1. Academic Press, New York, USA, pp. 111–117.

Chein, C.C. 1980. Studies on the sheath-rot disease and its relation to the sterility of the rice plants. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 22 (1), 31–39.

Cheng, CH.; Chui YI. 1999. Review of changes involving rice pests and their control measures in Taiwan since 1945. Plant Protection Bull. Taipei 41(1):9-34.

Cho, M.R.; Kim, D.S.; Im, D.S. 1999. A new record of tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) and its damage on rice in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 38, 157–164.

Chow, Y. S; Tzean, S.S; Chang, C,S; Wang, C.H. 1980. A morphological study of the tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Tarsonemidae). Plant Prot. Bull. (Taiwan R. O. C) 22: 17-21.

CIAT, 2005. *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Acaro del Vaneamiento del Arroz. CIAT, ICA, FEDEARROZ.

DANE – FEDEARROZ. 2012. Convenio Dane-Fedearroz. Encuesta Nacional Arrocería. División de Investigaciones Económicas. 2012.

Díaz, F.; Abud, A.; González, M. 1999. El ácaro de la panícula del arroz. Fersan Informa 24, 11–12.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, I. (2004). El arroz es Vida (en línea), <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/36887/index.html>.

Fernández, C.; De Castro, E. 1996. Reconocimiento de ácaros de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae en cultivos semestrales en Córdoba. En: CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA (23: 1996: Cartagena de Indias). Resúmenes XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cartagena: Socolen, 1996. p.51.

Ferragut, F.; Perez I.; Iraola, V.; Escudero, A. 2010. Acaros depredadores de la familia phytoseiidae en las plantas cultivadas. Ediciones Agrotécnicas s.l. Madrid. 202 p.

Fritz, L.; Heinrichs, E.; Machado, V.; Andreis, T.; Pandolfo, M.; Martins de Salles, S.; Vargas de Oliveira, J.; Fiuza, L. 2011. Diversity and abundance of arthropods in subtropical rice growing areas in the Brazilian south. Biodivers Conserv (2011) 20:2211–2224

García, A. 2005. Principales plagas del arroz en Cuba. Panamá 22-24 de marzo.

Gerson, U. 2003. Acarine pest of citrus: overview and non-chemical control. *Systematic Applied Acarology* 8: 3-12.

Gerson, U.; Smiley, R. 1990. Acarine biocontrol agents. An illustrated key and manual. Chapman and Hall. USA. 167 p.

Herrera, L.A.R. 2005. Ácaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Prostigmata: Tarsonemidae). *Ciencia y Tecnología*.

Ho, C.C.; K.C. Lo. 1979. A survey of the host ranges of *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae). *National science Council Monthly*. 7(10): 1022-1028.

Hsieh, S.P.Y.; Liang, W.J.; Chang, S.Y. 1977. Studies on the sterility of rice plant. I. Association of sheath rot fungus *Acrocyldrium oryzae* Sawada, with sterile rice plants. *Plant Prot. Bull. Taiwan* 19, 30–36.

Hummel, A. N.; Castro, A. B.; McDonald, M. E.; Pellerano A. M.; Ochoa R. 2009. The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a re-discovered pest of rice in the United States. *Crop Protection* 28 (2009) 547–560.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2005. Resolución No. 001195 de 2005. *Diario Oficial*, edición 45.892. Miércoles 27 abril de 2005. Bogotá, Colombia, p. 17.

Jiang, P.Z.; Xie, X.J.; Chen, W.X.; Cao, S.Y.; Liang, Z.H. 1994. Regularity of incidence of *Steneotarsonemus spinki*. *Guandong Agric. Sci.* 5, 37–40.

Lakshmi VJ, Krishnaiah NV, Pasalu IC, Katti G. 2008. Bio-ecology and management of rice mites-A review. *Agricultural Reviews*; 29(1):23-27.

Lindquist, E.; Krantz, W.; Walter, D. 2009. Order Mesostigmata. pp. 124-232. En: Krantz, G. W.; Walter, D. E. (Eds). *Manual of Acarology*. Texas Tech University Press, Texas. 807 p.

Lo, K.C.; Hor, C.C. 1977. Preliminary studies on rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). *Nat. Sci. Counc. Mon.* 5 (4), 274–284.

Lofego I.A.C.; Gondim JR. M.G.C. (2006). A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. *Systematic & Applied Acarology*. 11, 195–203.

Mejia, O. *et al.* 1992. Aspectos de la tabla de vida de *Schizotetranychus oryzae* (Acari: Tetranychidae) y pruebas de preferencia con variedades de arroz. En: CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA (19: 1992: Manizales). Resúmenes XIX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Manizales: Socolen, p.20.

Mesa, N. 1999. Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*.Vol.52, No.1. p.321-363.

Moraes, G.; Lopes, P.; Fernando, L. 2004. Phytoseiid mite (Acari: Phytoseiidae) of coconut growing areas in Sri Lanka, with description of three new species. J Acarol Soc Jpn. 13(2):141-160.

Moraes, G.; Flechtmann, C.H.W. 2008. Manual de Acarología. Acarología básica e acaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos Editora.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. MyT–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, 84 p.

Nandakumar, R.; Rush, M.C.; Correa F. 2007. Association of *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* with Panicle Blight Symptoms on Rice in Panama. Plant Disease 91:767.

Navia, D.; Mendonça, R.S.; de Melo, L.A.M.P. 2005. *Steneotarsonemus spinki* – an invasive tarsonemid mite threatening rice crops in South America. In: Plant Protection and Plant Health in Europe, Introduction and Spread of Invasive Species. Humboldt University, Berlin, Germany. 9–11 June 2005.

Navia, D.; Mendonça, R.S.; Ochoa, R. 2010. The rice mite *Steneotarsonemus spinki*, an invasive species in the Americas. Springer Science+Business Media B.V. 2010.

Ochoa, R.; Smiley, R.L.; Saunders, J.L. 1991. The family Tarsonemidae in Costa Rica (ACARI: Heterostigmata). Int. J. Acarol. 17, 41–86.

Ou, Y.T.; Fang, H.C.; Tseng, Y.H. 1977. Studies on *Steneotarsonemus madecassus* Gutierrez of rice. Plant Prot. Bull. 19, 21–29.

Pantoja, A.; Fisher, F.; Correa, V.; Sanint, A.; Ramírez, A.; Tascón, E.; García, E. 1997. Manejo integrado de plagas: artrópodos, enfermedades y malezas. Cali. Colombia. CIAT. P. 141. Publicación CIAT # 292.

Perez, R. 2002. Experience in CUBA with the System of Rice Intensification. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development.

Quirós-McIntire, E.; Rodríguez, H. 2010. Acaros depredadores asociados a *steneotarsonemus spinki* smiley (acari: tarsonemidae) en panamá. Rev. Protección Veg. v.25 n.2 La Habana Mayo.-ago.

Quirós-McIntire, E.; Camargo-Camargo, I. 2012. Abundancia de ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* (acari: tarsonemidae) en tres cultivares de arroz (*oryza sativa* L.) del idiap. 2011. Ponencias panameñas en la LVII Reunión Anual del PCCMCA -2012

Ramaiah, K. 1931. Preliminary investigations on the occurrence of sterility in rice, *Oryza sativa* Linn. Agric. Livestock (India) 1, 414–416.

Ramos, M., Rodríguez, H., 1998. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsone midae): Nuevo informe para Cuba. Rev. Protec. Veg. 13, 25–28.

Ramos, M.; Rodríguez, H. 2000. Ciclo de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en laboratorio. Rev. Protección Veg. 15 (2):51-52.

Ramos, M., Gomez, C., Cabrera, R.I., 2001. Presencia de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en cuatro variedades de arroz en la Republica Dominicana. Rev. Protec. Veg. 16, 6–9.

Ramos, M.; de Moraes, G. 2007. Predatory mites associated with *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) on rice in Cuba. Acarology XI: Proceedings of the International Congress. In: Morales-Malacara JB, Behan-Pelletier V, Ueckermann E, Pérez TM, Estrada-Venegas EG, Badii MH, editors. Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Sociedad Latinoamericana de Acarología. México.

Rao, Y.S.; Das, P.K. 1977. A new mite pest of rice in India. Int. Rice Res. Newsl. 2, 8.

Rao, J.; Prakash, A. 1992. Infestation of tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, in rice in Orissa. J. Appl. Zool. Res. 3, 103.

Rao, J.; Prakash, A.; Dhanasekharan, S.; Ghosh, S.K. 1993. Observations on rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki*, white-tip nematode and sheath-rot fungus interactions deteriorating grain quality in paddy fields. J. Appl. Zool. Res. 4, 89–90.

Rao, J.; Prakash, A. 1996. *Cynodon dactylon* (Linn.) Pers. (Graminae): an alternate host of rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley. J. Appl. Zool. Res. 7, 50–51.

Rao, J.; Prakash, A. 2002. Paddy field weed, *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae): a new host of tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley and panicle thrips, Haplothrips ganglbaureri Schmutz. J. Appl. Zool. Res. 13, 174–175.

Rao, J.; Prakash, A. 2003. Panicle mites causing sterility in farmers' paddy fields in India. J. Appl. Zool. Res. 14, 212–217.

Reissig, W.H.; Heinrichs, E.A.; Litsinger, J.A.; Moody, K.; Fiedler, L.; Mew, T.W.; Barrion, A.T. 1986. Illustrated Guide To Integrated Pest Management in Rice in Tropical Asia Manila (Philippines). International Rice Research Institute, pp. 228–232.

Rocha, M.; Dameda, C.; Meneghini, J.; Majolo, F.; Ferla, N. 2011. Bioecologia da acarofauna associada à cultura do arroz (*oriza sativa*: poaceae) em taquari e cachoeirinha, rio grande do sul, Brasil. XX Congresso de iniciacao científica. III mostra científica. UFPEL.

Rodríguez, H.; Miranda, I.; Jean, L.; Hernández, J. 2009. Comportamiento poblacional de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) TEMAS de Ciencia y Tecnología; 13(39):55-66.

Sanabria, C.; Aguilar, H. 2005. El ácaro del vaneo del arroz (*Steneotarsonemus spinki* L: Tarsonemidae). Boletín Fitosanitario, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica, 16 p.

SAS Institute Inc. 2008. SAS User's guide version 8.1. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

Sawada, K. 1922. Descriptive Catalogue of the Formosan Fungi II. Rept. Dept. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa, 2, pp. 1–173.

Shikata, E.; Kawano S.; Senboku, T.; Tiongco, E.R.; ; Mayejima, K. 1984. Small virus like particles isolated from the leaf sheath tissues of rice plant and from the rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acarina: Tarsonemidae). Annals of the Phytopathological Society of Japan. 5: 368-374.

Smiley, R L. 1967. Further Studies in the Tarsonemidae (Acarina). Proceedings of the Entomological Soc. of Washington 69(2):127-146.

Smiley, R.L.; Flechtmann, C.H.W.; Ochoa, R. 1993. A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass infesting species in the western hemisphere. Internat. J. Acarol. 19(1):87-93.

Sogawa, K. 1977. Occurrence of the rice tarsonemid mite at IRRI. Int. Rice Res. Newsl. 2, 5.

Texas Department of Agriculture. 2007. Emergency Action Notification Ordered to Stop Movement of Rice Products From Texas Research Facility TDA Press Release July 2007. Austin, TX.

Tseng, Y.H. 1984. Mites associated with weeds, paddy rice, and upland rice fields in Taiwan. In: Griffiths, Bowman (Eds.), Acarology VI, vol. 2. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 770–780.

Walter, D.E.; Lindquist, E.E.; Smith, I.; Cook, D.R.; Krantz, W. 2009. Orden Trombidiformes. pp. 233-420. En: Krantz, G. W.; Walter, D. E. (Eds). Manual of Acarology. Texas Tech University Press, Texas. 807 p.

2. Capítulo 2

Determinar la relación entre la fenología del cultivo y la incidencia de *S. spinki* en el cultivo del arroz en condiciones controladas y establecer el ciclo de vida del ácaro bajo las condiciones de la zona de estudio.

2.1 Introducción

2.1.1 Descripción taxonómica de *S. spinki*

El género *Steneotarsonemus* Beer, presenta diversidad de especies de importancia económica, tres de ellas se encuentran en el cultivo de Arroz, *Steneotarsonemus furcatus* De Leon, *S. konoj* Smiley & Emmanouel y *S. spinki* Smiley en los Estados Unidos. Las hembras de *Steneotarsonemus* se caracterizan por tener el estigma muy cerca de la seta v1, cuerpo alargado y esbelto, con sutura sejugal reducida y apodemas posesternales. Machos con un lóbulo redondeado en la ferogenua IV, gnatosoma en forma ovoide a subcuadrado (Beer, 1954; Lindquist, 1986).

2.1.2 *Steneotarsonemus spinki* SMILEY (1967)

➤ **Diagnosis**

Las hembras adulta de *S. spinki* se parecen a las hembras de *S. konoï* Smiley & Emmanouel y a las hembras de *S. madecassus* Gutiérrez por tener el gnathosoma subcuadrado fuerte, faringe fuerte y pequeña, atrio largo, conspicuo parecido a un banano, setas botridiales espiculadas y cuerpo alargado. Los machos adultos de *S. spinki* se parecen a los machos de *S. konoï* y a los de *S. madecassus* por tener borde alargado y redondeado sobre la pata IV (Guitierrez, 1967; Smiley y Emmanouel, 1980). Las hembras de *S. spinki* se distinguen por tener setas histerosomales: setae c1 y d barbeadas, y por la presencia de un apodema 2 ventralmente, fuerte y ancho. Los machos de *S. spinki* se distinguen de los machos de *S. madecassus* por tener sc1 más larga que sc2, apodemas 3 y 4 unidos distalmente y de los machos de *S. konoï* por no tener ornamentación ventral, pata IV con un borde fuerte, largo y liso y la seta del trocánter ventral más larga que v0G. (Hummel *et al.*, 2009).

➤ **Hembras**

Presentan idiosoma alargado, ornamentado, tegumento con puntuación fina. Longitud 222–350 mm y ancho 84–108 mm. Gnathosoma subcuadrado, tan largo como ancho (24–30 mm de largo) y (25–32 mm de ancho). Setas dorsales del gnathosoma (11–15 mm) finamente pilosa, más larga que la seta ventral (8–10 mm). Seta Palpcoxal ausente. Palpos pequeños, anteriormente con 2 setas cortas. Con anchos y procesos distales redondeados. Quelíceros cortos estiletiformes, fuertemente curvados, con borde basal conspicuo. Faringe corta con paredes musculares esclerotizadas y con un par de estructuras parecidas a glándulas expuestas posteriormente. Escudo prodorsal truncado anteriormente, no proyectado más allá de la parte basal del gnathosoma. Estigma sobre los márgenes del escudo prodorsal, situado posterolateral a la seta v1. Seta v1 (16–20 mm), finamente pilosa; seta sc2 (48–58 mm) larga, filiforme. Seta Bothridial sc1 (18–21 mm) con forma de hoja, finamente pilosa con bases redondeadas, no cubiertas por el escudo prodorsal. Seta c1 (9–12 mm) barbeada, más corta que la seta c2 (17–24 mm),

filiforme. Base de c2 y c1 transversalmente alineadas. Seta d (9–10 mm), setiforme, barbeada. Cúpulas “ia” anterolaterales de la seta d. Setae e (8–10 mm) tan larga como la seta f (8–10 mm), setiforme, barbeada. Cúpulas localizadas anterolateral de la seta e. Tergito EF con seta e y f transversalmente alineadas. Seta h (10–12 mm) alargada, barbeada. Cúpulas ih anteromedial de la seta h.

Ventral: Apodema I corto, unido con apodema proesternal; apodema II conspicuo y curvo unido al apodema proesternal. Apodema prosternal con una terminación fuerte y triangular. Apodema sejugal inconspicuo. Apodema III más corto que el apodema II, conspicuo, no unido con el apodema poststernal y no se extiende al trochanter III. Apodema IV en forma de cuhilla distalmente, no se une con el apodema poststernal, pero se extiende posteromedialmente a la seta 3b. Apodema poststernal ausente o inconspicuo. Seta 1a (15–17 mm) os veces más larga que 2a (7–9 mm), 3a (39–44 mm) filiforme, seis veces más larga que 3b (6–8 mm). Tegula moderadamente ancha (13–15 mm) que larga (9–11 mm), redondeada apicalmente. Seta pseudanal presente (6–7 mm).

Legs I (47–74 mm) y II (44–77 mm) subigula en longitud length; leg II (99–116 mm) más larga que las patas I, II y IV (50–63 mm). Número de seta y solenidia sobre el femur, genua, tibia y tarsus, respectivamente: pata I: 4-4-6 (24)p8 (1u); pata II: 3-3-4-6 (1u); pata III: 1p3-4-5. Solenidion (u) of tibiotarsus I (4–6 mm) aproximadamente de la misma longitud que el solenidion (u) del tarso II (4–6 mm), ambos clavados, redondeados distalmente. Tarso I con seta subunguinal parecida a una espina y bifida distalmente. Tibia I con solenidion 41 capitado (6–8 mm), 42 clavado (4–6 mm), y seta k cilíndrica, punteada distalmente (2–4 mm). Pata IV corta y cilíndrica 49 (49–60 mm); seta terminal (tc00 86–126 mm), filiforme, tres veces más larga que la seta subterminal (v0Ti 26–34 mm); seta subterminal fuerte finamente pilosa; femorogenua con seta genual seta v0 (16–20 mm) casi tan larga como la seta v0 (14–16 mm). (Hummel *et al.*, 2009).

➤ **Machos**

Con idiosoma liso, tegumento finamente punteado, longitud 217 (217– 244) mm, ancho 121 (109–122) mm (holotipo y rango de 11 muestras). Gnathosoma subcuadrado, longitud 30 (24–30) mm como ancho 32 (25–32) mm. Seta dorsal gnathosomal pilosa basalmente, seta ventral gnathosomal lisa, seta palpcoxal ausente. Palpo puntado, corto, dirigido anteriormente, cada palpo con dos pequeñas setas y tres procesos distales. Estiletes quelicerales moderadamente corto, rectos, unidos al borde basal. Faringe en forma de gota, pequeña como en la hembra, con musculatura, con paredes esclerotizadas y con un par de estructuras parecidas a glándulas posteriormente

Escudo dorsal no ornamentado. Escudo prodorsal poco esclerotizado, subtriangular. Seta vertical v1 26 (24–35) mm puntada, ligeramente pilosa, más larga que v2 20 (17–31) mm. Seta escapular puntada, ligeramente pilosa, sc1 40 (33–49) mm casi de la misma longitud de sc2 30 (30–45) mm. Base de sc2 longitudinalmente alineada con sc1. Placa metapodosomal CD con seta c2 33 (33–53) mm, filiforme, diez veces más larga c1 18 (13–19) mm. Seta c1 y d 10 (10–13) mm puntada, pilosa. Base de c2 anterolateral a c1. Cúpulas “ia” inconspicua. Placa subterminal EF con seta f 15 (12–17) mm, puntada, pilosa. Capsula genital subcircular en vista dorsal, tan larga como ancha, con seta caudal h setiforme; estructura copulatoria accesoria ps1 en forma de espina, punteada apicalmente.

Ventral: Apodeme I corto, unido con apodema prosternal, apodema prosternal interrumpiendo muy cercanamente al apodema II; apodema II conspicuo y ligeramente curvado, ligeramente unido con el apodema prosternal apodeme. Apodema prosternal ligeramente uniéndose con apodema sejugal. Apodema sejugal inconspicuous. Apodema III unido anteriormente con apodema IV, el cual a su vez esta indistintamente unido anteriormente cada uno del otro. Apodema poststernal fragmentado, no está unido con apodemas III y IV. Seta coxal 1a 7 (7–11) mm filiforme; seta coxal 2a 12 (12–25) mm setiforme. Alveolo coxal 1b y 2b localizado lateralmente a la seta 1a y 2a, respectivamente. Seta coxal 3b 30 (30–49) mm filiforme más larga que 3a 13 (13–25) mm, setiforme.

Legs I 96 (89–105) mm y II 107 (89–109) mm subigual en longitud; leg III 122 (119–143) mm más larga que las patas I, II and IV 87 (85–112) mm. Número de setas y solenidios sobre femur, genua, tibia y tarso, respectivamente: leg I: 4-4-6 (24)-10 (1u); leg II: 3-3-4-6 (1u); leg III: 1-3-4-4; leg IV: 1p2-1 (14)p3. Solenidio (u) de tarso I estrecho, capitado 7 (5–7.5) mm. Solenidio (u) de tibia II 6 (6–7.5) mm estrecho y capitado, casi de la misma longitud del solenidio (u) del tarso I. Tibia I agrupación sensorial completa, solenidio 41 estrecho y capitado 8 (7–8) mm y 42 clavado 5 (4–6) mm, seta k 4 (3–4) mm punteado. Pata IV con seta del trocánter alargada 40 (40–69) mm, filiforme, similar en longitud a v0G 45 (40–63) mm, parecido a una daga, ligeramente piloso. Seta v0Ti 41 (30–57) mm fuerte, parecida a una daga. Solenidio (4) de la tibia IV 8 (7–9) mm en forma de vara. (Hummel *et al.*, 2009).

2.1.3 Aspectos biológicos y de comportamiento de *S. spinki*

Todas las especies del género *Steneotarsonemus* son fitófagas y especializadas en plantas Monocotiledóneas (Lindquist, 1986; Ochoa *et al.*, 1991; Smiley *et al.*, 1993; Almaguel, 2000). Durante su desarrollo pasan por los estados de huevo, larva, “pupa” y adulto (hembra y macho). La pupa corresponde a una fase inmóvil, en el cual el estado ninfal se desarrolla en el interior de la cutícula larval. A este estado de desarrollo se le conoce también como “Pharate females” o “ninfas quiescentes” (Moraes y Flechtmann, 2008).

S. spinki presenta partenogénesis arrenotokia, es decir, hembras vírgenes producen machos. Xu *et al.*, (2001) en China, encontraron que la duración del ciclo de vida es de 8.5–13.6 días a 25–30 °C, similar a lo encontrado por Ramos y Rodríguez (2000) en Cuba de 8–17 días a 25 °C. Según Castro *et al.*, (2006), *S. spinki* puede producir entre 48 a 55 generaciones por año, bajo condiciones climáticas ideales.

La capacidad de flotación y sobrevivencia de *S. spinki*, fue evaluada por Xu *et al.*, (2002) mediante experimento de laboratorio. Tomaron 30 hembras, 30 machos y 30 larvas. Encontraron que *S. spinki* sobrevivió por 23 a 25 días (adultos e inmaduros, los cuales

completaron su desarrollo). El 94% de los huevos eclosionaron y las larvas mudaron a su estado inmóvil o al estado adulto. El experimento demostró no solo la capacidad de flotar sino la habilidad de sobrevivir ante la ausencia de alimento.

Los mismos autores condujeron un experimento para evaluar el efecto de altas temperaturas sobre la sobrevivencia de *S. spinki*. Tomaron pedazos de hojas de 2 cm y las infestaron con el ácaro. Esta unidad fue llevada a incubadoras a temperatura constante de 37, 39 y 41 °C. La mortalidad fue registrada cada 12 horas por 48 horas. Encontraron que a 37 °C no se registró mortalidad a las 48 horas. A 39 °C la mortalidad ocurrió a las 72 horas y a 41 °C el 50% de las hembras murieron a las 36 horas. Según los resultados *S. spinki*, presentó gran tolerancia a altas temperaturas. Adicionalmente, los autores comprobaron que las hembras presentaron mayor tolerancia que los machos.

El efecto de la humedad relativa sobre *S. spinki* fue evaluado por Liang (1980), en experimentos para evaluar el porcentaje de eclosión de los huevos. El autor colocó posturas del ácaro en cámaras a 25°C de temperatura constante y a 70, 95 y 100% humedad relativa, por siete días y encontró que el porcentaje de eclosión fue de 0, 65 y 96% respectivamente. Concluyendo la necesidad que tiene la especie de alta humedad relativa para desarrollarse. Esta condición la tiene en el cultivo del arroz. La habilidad de *S. spinki* de sobrevivir en condiciones ambientales extremas es una característica muy especial de la especie que debe ser tomada en cuenta para un plan de manejo de este acaro plaga.

S. spinki tiene diversas formas de dispersión. Según reportes de Jiang *et al.*, (1994), se dispersa a través del viento, por el agua (Xu *et al.*, 2002), sobre insectos (Tseng, 1984), en semillas de arroz y posiblemente por equipos de cosecha contaminados (Rao *et al.*, 2000). Ou y Fang (1978), usaron trampas con pegante como método para demostrar que *S. spinki* se dispersa por el aire. También que los ácaros pueden ser llevados de un lugar a otro en el suelo, en el agua y en la ropa de las personas. Tseng (1984) colectó individuos de *S. spinki* *Togasodes orizicolus* (Muir) (Hemiptera: Fulgoroidea: Delphacidae), posiblemente usan este insecto como medio de dispersión.

2.1.4 Relación de *S. spinki* con la fenología del cultivo de arroz y dinámica poblacional

Lo y Hor (1977), en China, reportaron que *S. spinki* se encuentra sobre las plantas durante las etapas de floración, grano lechoso, grano blando, medio y duro y la densidad de población del ácaro fue diferente en los diferentes estados fenológicos de la planta.

Jiang *et al.*, (1994) mediante muestreos sistemáticos por tres años, encontraron que *S. spinki*, siempre estuvo presente en los primeros estados de crecimiento de la planta, sobre hojas bajas y su población se incrementó con el desarrollo del cultivo. El daño se manifestó inicialmente con decoloración y manchas cafés sobre las hojas. Cuando el grano estaba lechoso se observó mayor daño, aunque las poblaciones no fueron muy altas. Cuando el grano completo su madurez de un estado de medio a duro la densidad de población se incremento y próximo a la cosecha la población prácticamente desapareció.

Los adultos y huevos del *S. spinki*, se observaron en altas poblaciones en las etapas iniciales del cultivo, pero el daño solo aparece en la etapa de llenado. Las poblaciones más altas entre 7775–13,000 *S. spinki* por planta, durante la época de llenado del grano. Después de la cosecha las poblaciones migraron a otros hospederos y cultivos en regeneración o recién sembrados.

Dado que en Colombia no existe información científica disponible sobre la problemática de *S. spinki*, es necesario comenzar a determinar cuáles son las zonas productoras más afectadas, que manejo agronómico recibe el cultivo y relacionar las condiciones climáticas con la presencia del ácaro.

Determinar la existencia de hospederos alternos tales como malezas comunes en los bordes de los cultivos de arroz. Así mismo, es fundamental examinar las interacciones entre las infestaciones del ácaro *S. spinki* y la ocurrencia de enfermedades del arroz.

2.2 Metodología

2.2.1 Determinar relación entre la fenología del cultivo y la incidencia de *S. spinki* en el cultivo del arroz en condiciones controladas y establecer el ciclo de vida del ácaro bajo condiciones de la zona de estudio

Se establecieron tres ensayos bajo condiciones de casa de malla anti-trips en el Centro de Investigación La Victoria en Montería ubicado N 8° 89' 0'' W 75° 49' 0'', 20 m.s.n.m., Temperatura 28°C y 95% HR, con el fin de determinar la magnitud del daño causado por diversos niveles de infestación de *S. spinki* en algunas etapas de desarrollo del cultivo del arroz y caracterizar la naturaleza del daño externo en la vaina y en la panícula, según la edad a la cual ocurra el ataque y evaluar porcentaje de vaneamiento y espiguillas llenas.

➤ Cría de *S. spinki*

Para obtener los ácaros que se utilizaron en la infestación de cada uno de los ensayos, se realizó una cría del ácaro en el invernadero de la zona de estudio. La cual consistió en sembrar semanalmente 20 plantas en materas con la variedad Fedearroz 473, las cuales se encontraban en jaulas de 2x1x1 m. forradas con muselina para prevenir la entrada de otros insectos y/o ácaros del arroz que no son objeto de estudio. Las materas permanecieron con lámina de agua, la cual se cambiaba semanalmente con el fin de evitar la contaminación con hormigas. Figura 2-1.

Figura 2-1: Cría masiva del ácaro *Steneotarsonemus spinki*



Se tomaron muestras del ácaro *S. spinki* en diferentes sitios del campo y se enviaron al Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Distrital para que analizaran si estos ácaros eran portadores o no de la bacteria *Burkholderia glumae*; cuando se confirmó que los ácaros se encontraban libres de la bacteria *Burkholderia glumae* se procedió a realizar la infestación de las plantas para la cría masiva del ácaro.

2.2.2 Evaluación de la incidencia del daño de *S. spinki*

La investigación se desarrolló en casa malla antithrips en la zona de estudio. Para el establecimiento del primer ensayo se utilizaron 126 materas con suelo esterilizado y riego permanente, en cada matera se sembró una planta de la variedad Fedearroz 473, cada una de estas plantas se dejó avanzar con sus respectivas macollas. Las infestaciones se realizaron en tres estados fenológicos: Máximo Macollamiento (35 d.d.e), Inicio de Primordio Floral (42 d.d.e) y Máximo Embuchamiento (55 d.d.e). Los niveles de infestación en cada estado fenológico fueron: T1= infestación con 25 ácaros hembras adultos, T2= infestación con 50 ácaros hembras adultos, T3= infestación con 100 ácaros hembras adultos y T4= sin infestación.

El experimento se realizó en un diseño de parcelas divididas en el cual las etapas fenológicas fueron las parcelas mayores y los diferentes niveles de infestación las subparcelas con 7 repeticiones y cada unidad experimental tenía su testigo.

Después de varios ensayos metodológicos se concluyo que cada matero inmediatamente después de la siembra de la semilla se le instalara una manga entomológica de muselina con el fin de evitar contaminación por el mismo ácaro u otros ácaros e insectos. Figura 2-2. Para el estado de Máximo Macollamiento se utilizaron 42 materas, de las cuales se infestaron 7 plantas cada una con 25 ácaros hembras adultos y sus 7 plantas testigo sin ácaros, 7 plantas cada una con 50 ácaros hembras adultos y sus 7 plantas testigo sin ácaros, 7 plantas con 100 ácaros hembras adultos y sus 7 plantas testigo sin ácaros; esta infestación se realizo transfiriendo a la hoja bandera los ácaros con un pincel fino, desde de la cría masal a cada una de las unidades experimentales; igual fue para el estado de Inicio de Primordio Floral conformado por 42 materas y para el estado de Máximo Embuchamiento conformado por 42 materas.

Para el segundo ensayo igual se utilizaron 126 materas, distribuidas de la misma forma que el ensayo anterior, pero la modificación fue dejar solo el tallo principal, es decir se le eliminaron todas sus macollas. El resto de la metodología fue igual al ensayo anterior en cuanto a los estados de desarrollo y los niveles de infestación.

Figura 2-2: Unidad experimental



Para el establecimiento del tercer ensayo igual se utilizaron 126 materas, distribuidas de la misma manera que el primer ensayo, es decir, cada una de estas plantas se dejó avanzar con sus respectivas macollas. Se realizó igual que en las metodologías

anteriores los mismos estados de desarrollo y los mismos niveles de infestación, pero cuando las plantas en estado de Máximo Macollamiento llegaron a Inicio de Primordio Floral se realizó aplicación con acaricida e insecticida; cuando las plantas de Inicio de Primordio Floral llegaron a Máximo Embuchamiento se realizó aplicación con acaricida (Abacmetina) e insecticida (Monocrotofos) y cuando las plantas de Máximo Embuchamiento llegaron a Floración se realizó aplicación con acaricida e insecticida.

Figura 2-3

Figura 2-3: Metodología de infestación de las plantas de arroz con el ácaro *Steneotarsonemus spinki*.



Para los tres ensayos después de realizar la infestación en cada uno de sus estados se dejaron por dos días y luego se iniciaron las evaluaciones que se realizaron dos veces al día, esto con el fin de determinar la magnitud del daño en la vaina y en la panícula, cuando es el día de aparición del primer síntoma de daño en vaina y en panículas. Para realizar la medición de estas variables se utilizará la siguiente escala visual del daño de *S. spinki*. (Tabla 2-1).

Además se registro la temperatura en las horas de la mañana y en las horas de la tarde, dentro de la casa malla y dentro de las mangas con el fin conocer si afecta el incremento o detrimento del ácaro.

Para el análisis de la información en cada estado fenológico, los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANDEVA). La separación de medias se realizó por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de Confiabilidad, utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

Tabla 2.1 Escala de evaluación del daño de *Steneotarsonemus spinki*

ESCALA	NIVEL DE DAÑO (% de área afectada)
0	No hay daño
1	25% de manchas marrones en las vainas de las hojas
2	Más de 50 % de manchas marrones en las vainas de las hojas
3	25% de curvatura anormal del pedúnculo (panículas forma pico de loro) y panículas vanas
4	Más del 50 % de curvatura anormal del pedúnculo (panículas forma pico de loro) y panículas vanas
5	25% de granos vanos, con curvaturas, manchados (de color pardo claro a negro)
6	Más del 50 % de granos vanos, con curvaturas, manchados (de color pardo claro a negro)

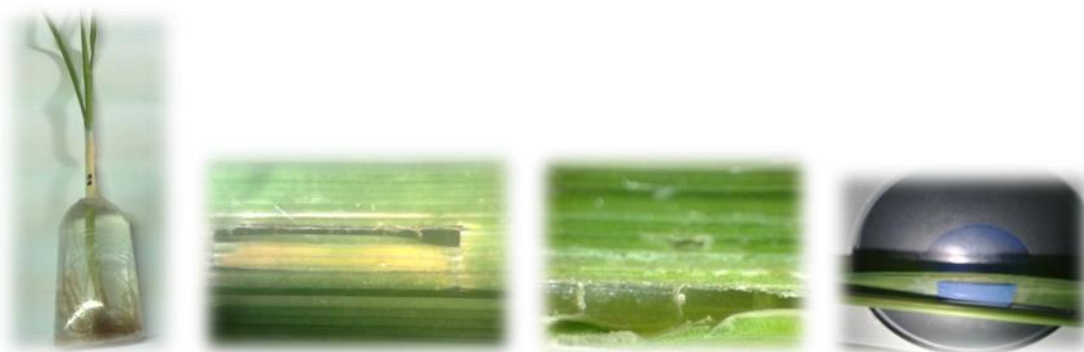
2.2.3 Tabla de vida del ácaro *Steneotarsonemus spinki* bajo condiciones de laboratorio en C.I La Victoria – Montería

Para tener más información y entender mejor la dinámica de la especie, es importante conocer la tabla de vida del ácaro, permitiendo definir parámetros relacionados con el crecimiento de la población y su comportamiento con el hospedero y de esta forma poder identificar estrategias de manejo del mismo.

Para la tabla de vida de *S. spinki*, se diseñó una novedosa unidad experimental que consistió en tomar plantas de arroz de aproximadamente 75 (d.d.e) días después de emergencia, las cuales se metieron sus raíces en una bolsa plástica con agua para garantizar que la planta no se deteriore y muera; posteriormente en la hoja principal o hoja bandera, que ha sido previamente lavada, se realizó una herida en el haz de la hoja sobre la nervadura central de aproximadamente 0,5 cm de largo por 0,2 cm de ancho,

con cuidado de no destruir las recamaras internas; luego se colocó 1 adulto con el fin de obtener huevos y luego se cubrió la herida con un acetato transparente y encima un cartón oscuro, esto con el objetivo de simular la oscuridad que tiene dentro de la vaina (figura 2-4). Después de 6 horas, se retiraba el ácaro y se individualizaba cada uno de los huevos por unidad experimental. Las observaciones en cada repetición se realizaron dos veces al día (8:00 am y 5:00 pm) registrando el momento de eclosión, emergencia y cambios de cada uno de los estados de desarrollo del ácaro hasta adulto y supervivencia de estados inmaduros. Cuando se observó la formación de ninfa-pupa se colocó un macho con el objeto de facilitar la cópula cuando la ninfa cambiara a hembra, esto con el fin de establecer las curvas de supervivencia (lx) y fecundidad (Mx).

Figura 2-4: Unidad experimental para el ciclo de vida de *Steneotarsonemus spinki* en el cultivo del arroz.



2.2.4 Cálculo de parámetros poblacionales y tablas de vida

El ciclo de vida huevo-adulto del ácaro *S. spinki* se registró para 67 individuos. Se contó el número de huevos que puso cada hembra, la duración de los periodos reproductivos y la longevidad de cada una de ellas. Con los valores obtenidos se hicieron análisis de varianza y separación de medias por diferencia mínima significativa al 5% con el paquete estadístico SAS (2008).

También se construyeron las curvas de sobrevivencia (lx) y fecundidad (mx) y las siguientes estadísticas de población (Andrewartha y Birch, 1954) mediante la técnica Jackknife implementada por Maia *et al.*, (2000) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2008):

- **Tiempo medio generacional (T):** período medio a transcurrir desde el nacimiento de los padres hasta el nacimiento de la progenie (Andrewartha y Birch 1954). Está dada por la fórmula: $T = \sum lx \cdot mx \cdot x / \sum lx \cdot mx$.
- **Tasa de reproducción neta o de reposición (Ro):** característica que define la capacidad de una especie para incrementar su número. Tiene en cuenta la sobrevivencia de las hembras adultas (lx) y el promedio de la fecundidad (mx , fecundidad por hembra individual). Se establece a partir de la fórmula: $Ro = \sum lx \cdot mx$.
- **Tasa intrínseca de crecimiento (rm):** velocidad con la cual una plaga puede estar creciendo para alcanzar el nivel de daño económico (Horn 1988). Conociendo Ro y T se puede estimar la tasa intrínseca de crecimiento: $rm = \text{Loge } Ro / T$.
- **Tiempo de doblaje (Dt):** tiempo necesario para doblar la población inicial (Maia *et al.* 2000), se estima mediante la ecuación: $Dt = \ln(2) / rm$.
- **Tasa finita de crecimiento (λ):** factor de multiplicación de la población por hembra por semana cuya ecuación es: $\lambda = \text{Antilog } rm$. (Andrewartha y Birch 1954).

2.3 Resultados y discusión

2.3.1 Daño causado por *S. spinki* en las plantas de arroz

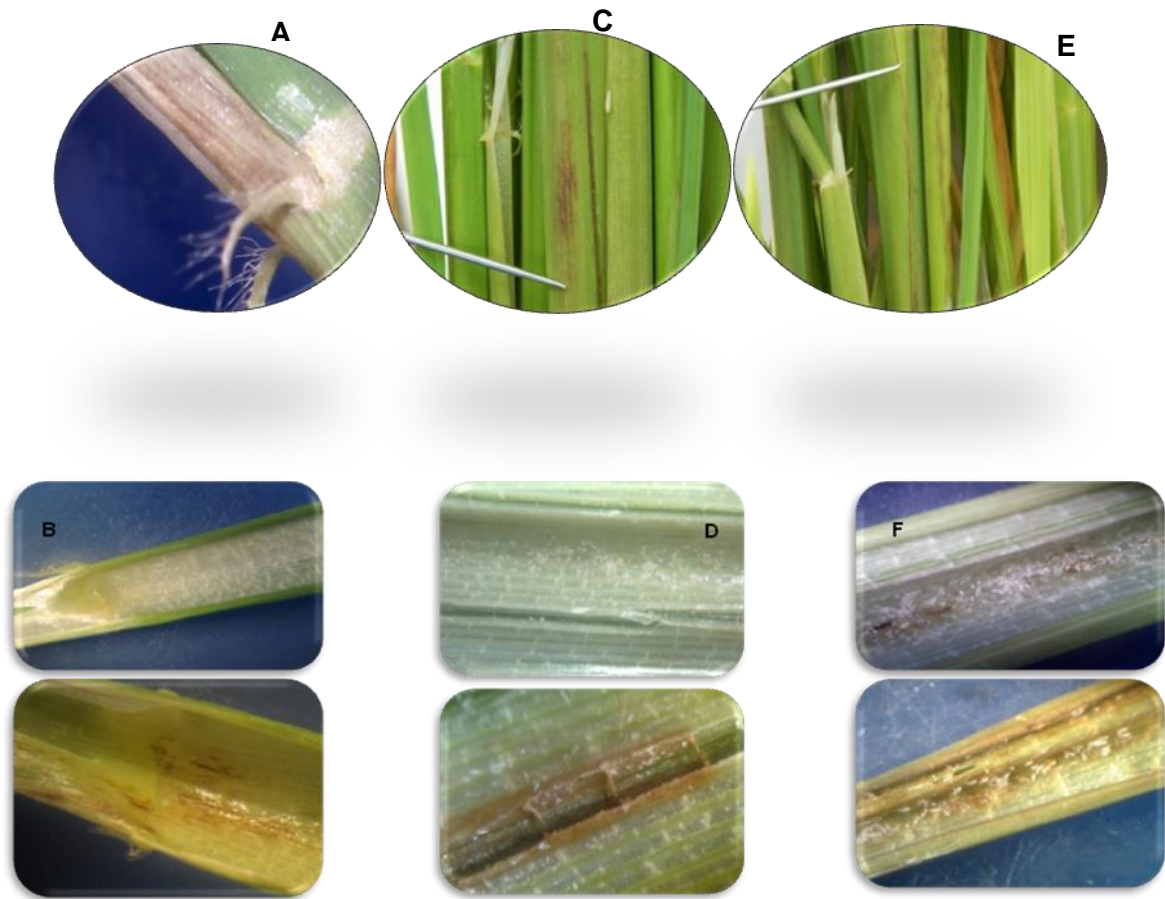
A continuación se presentan los resultados obtenidos en los tres ensayos establecidos bajo condiciones de casa de malla anti-trips en el Centro de Investigación La Victoria - Montería, donde se identificó la magnitud del daño externo causado en la vaina y en la panícula, con diversos niveles de infestación del ácaros en las etapas de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento.

Esta información permite identificar la sintomatología específica del ataque que causa el ácaro en la vaina y en la panícula, así como también aporta información valiosa sobre posibles momentos y niveles de infestación que podrían tenerse en cuenta al momento de tomar medidas de control en campo.

Las primeras manifestaciones externas del daño causado por *S. spinki* en la vaina para los tres estados de desarrollo Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento, en términos generales, fue una mancha con tonalidad café claro y en la medida que avanza el tiempo (días) se va tornando café oscuro, esta mancha se ve traslaminar, externamente el tejido se ve afectado con la tonalidad de la mancha pero no se observa deteriorado, pero internamente si esta deteriorado, esto es porque el ácaro ubica sus colonias en estas zonas internamente provocando dicho deterioro del tejido; y en forma alargada y discontinua, esto es debido a que cuando las primeras colonias crecen y por su tipo de alimentación afectan considerablemente el tejido, entonces los estados móviles migran a otras zonas donde el tejido está sano para establecer sus nuevas colonias, por ello dan estas formas que se aprecian externamente de forma alargada y discontinuas; de ahí la diferencia entre la afección por ácaro y la afectación por enfermedades fungosas, donde para enfermedades fungosas el tejido externo se observa con manchas café pero opacas y tejido deteriorado y la forma de estas manchas es continua. (Figura 2-5).

En la medida que avanza el tiempo se observan alargamiento de la mancha y su tonalidad se va incrementando, normalmente el daño inicia en la base de la lígula y la aurícula posiblemente porque es por donde entra el ácaro, posteriormente se introduce en la vaina de la hoja bandera y se establece formando sus colonias, no se observo ninguna preferencia en la ubicación de las colonias ya que se observaron daños en la parte superior, central y en la base de la vaina; lo que si se observo es que cuando transcurre el tiempo y las colonias se hacen más grandes se deteriora el tejido y poco a poco van migrando a otras partes de la vaina para continuar con nuevas colonias; externamente se observa avanzar las manchas hasta que llega un momento que estas se unen (Figura 2-5).

Figura 2-5: Daños causados por *Steneotarsonemus spinki* en la vaina de la planta de arroz bajo condiciones de casa de malla (38°C, 95% H.R.) en el Centro de Investigación la Victoria – Montería: A. Mancha y deterioro de la lígula y la aurícula, externa. B. Mancha y deterioro de la lígula y la aurícula, interna. C. Mancha café claro en el tejido externo. D. Mancha café claro en el tejido interno. E. Mancha café oscuro y alargamiento del daño externo. F. Mancha café oscuro y alargamiento del daño interno



La sintomatología observada en esta investigación coincide con la algunos autores como Chow *et al.*, (1980) quienes mencionan que *S. spinki* se alimenta perforando las células epidérmicas de la planta usando sus estiletes de 5 mm de longitud. El daño en arroz se manifiesta con regiones necróticas de coloración café a pardo sobre la superficie de la hoja, vaina o cascara del grano. El daño es similar a la apariencia causada por el patógeno *Sarocladium oryzae* (Sawada, 1922). Las infestaciones de *S. spinki* en arroz, han sido asociadas con lesiones negras en la vaina de la hoja, decoloración de los

granos, vaneamiento de granos secos parcial o total y varias malformaciones en granos (Chein, 1980; Reissig *et al.*, 1986; Rao y Prakash, 1992; Rao *et al.*, 1993).

Por otra parte las tonalidades y deformaciones en el tejido vegetal se producen por la inyección de toxinas durante el proceso de alimentación, esto ha sido reportado para las especies *P. latus* y *Phytonemus pallidus* (Banks) (Moraes y Flechtmann, 2008).

A continuación se presentaran los resultados del primer ensayo, que corresponde al estado de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento con macollas sin aplicación en la vaina, de acuerdo al análisis de varianza el modelo es altamente significativo y se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$) en los tres estados de desarrollo de la planta para el día de aparición de la mancha, día de evaluación final, porcentaje de mancha inicial y porcentaje de mancha final. En la tabla 2-2; se pueden observar que los primeros síntomas se presentaron para Máximo Macollamiento a los 24,4 d.d.e con un 8,26% de mancha inicial y su día de finalización fue a los 59 d.d.e, con un 57,5% de mancha, con diferencias significativas comparado con los otros estados de desarrollo, posiblemente porque en este estado la planta es tierna y sus tejidos son más blandos y además tienen mayor duración los ácaros afectando la planta; para el estado de Inicio de Primordio Floral en donde el día inicio de la mancha fue a los 22,9 d.d.e, con un 5,6% de mancha y su día de finalización fue a los 55 d.d.e, con un 44,1% de mancha el cual no presento diferencias significativas con el estado de Máximo Embuchamiento el inicio de la mancha fue a los 16,2 d.d.e con un 4,3% de mancha y su día de finalización fue a los 38 d.d.e con un 42,4% de mancha. Lo que nos indica que en la medida que ácaro afecte la planta en un estado de desarrollo avanzado de la planta mayor será el tiempo en d.d.e de aparición de la mancha y menor el porcentaje de daño de la misma.

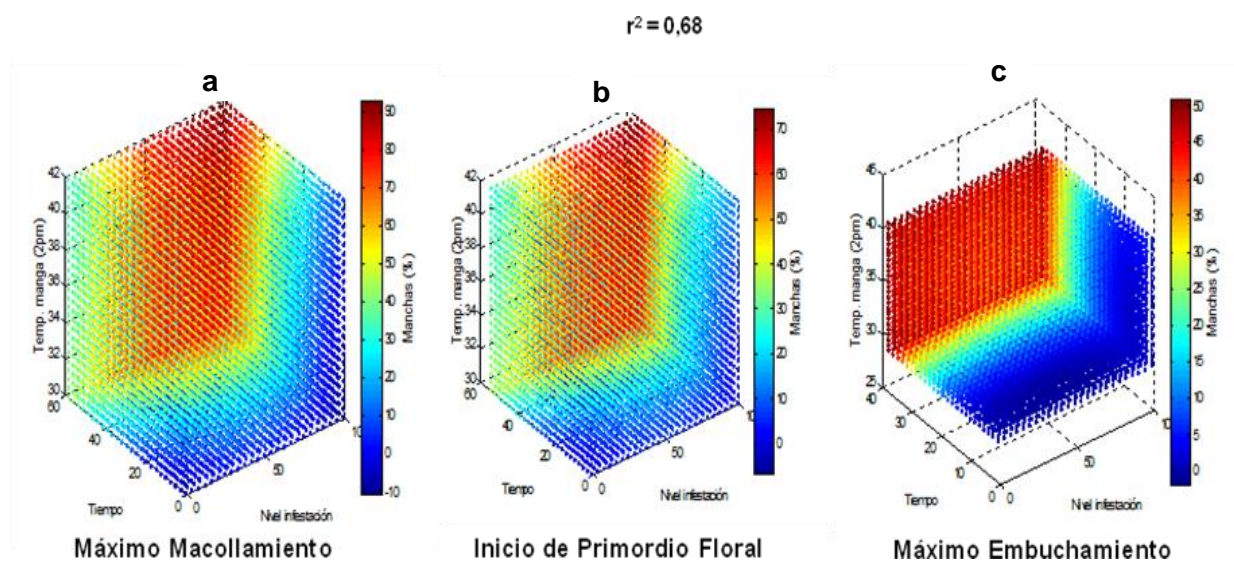
Tabla 2-2: Análisis de varianza para los tres estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla sin aplicación de días de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
Máximo macollamiento	24.5 A ¹	8.3 A	59 A	57.5 A
Inicio Primordio	22.9 A	5.6 B	55 B	44.1 B
Máximo Embuchamiento	16.2 B	4.3 B	38 C	42.4 B
	DMS:5,8	DMS:2,2	DMS:2,5	DMS:9,5

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Al realizar el análisis de regresión múltiple con el paquete estadístico MATLAB (2010) entre las variables nivel de infestación, porcentaje de mancha, temperatura del invernadero y duración en días, para los tres estado de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento, en sus condiciones que son: con macolla sin aplicación, se establecieron las correlaciones; sin embargo, en las ecuaciones, los mayores valores de r^2 se obtuvieron con los datos de día inicio de la mancha con un $r^2 = 0,68$ y día final de mancha con $r^2 = 0,99$. Al graficar los datos utilizando el modelo diseñado se obtuvieron una tendencia en el porcentaje de mancha, niveles de infestación y condiciones de temperatura, siendo superior la temperatura en las horas de la tarde dentro de la manga, pero su incidencia no fue significativa para afectar a los diferentes niveles de infestación (Figura 2-6). Donde se observa una reducción en el porcentaje de mancha para los tres estados de desarrollo con macolla con aplicación comparado con las otras dos condiciones.

Figura 2-6: Relación entre los niveles de infestación, los porcentajes de manchas, duración y temperatura obtenidos con el modelo de regresión establecido con el paquete estadístico MATLAB (2010): a. Tendencia Máximo Macollamiento con macollas sin aplicación; b. Tendencia Inicio de Primordio Floral con macollas sin aplicación; c. Tendencia Máximo Embuchamiento con macollas sin aplicación. Las zonas de color rojo indican incremento en el % de mancha, las azules disminuciones. Los valores negativos no se deben tener en cuenta ya que surgen a partir del modelo y se deben considerar como cero.



En cuanto a los estados de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento con macollas sin aplicación en la vaina y de acuerdo al análisis de varianza se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los niveles de infestación para el día de aparición de la mancha y para día de evaluación final de la mancha.

En la tabla 2-3, se puede observar que los primeros síntomas presentaron diferencias significativas para el nivel de infestación 0 (testigo) con 29,6 d.d.e, comparado con el resto de los niveles de infestación; para el porcentaje de mancha inicial no hubo diferencias significativas entre los niveles de infestación, el cual estuvo en un rango entre 5,5 y 7,5%; si hubo diferencias significativas para finalización del daño, donde para los niveles 0 y 25 con el mismo nivel en tiempo fue de 50,7 d.d.e y fueron diferentes

significativamente con respecto a 50 con 51,4 d.d.e y 100 con 51,5 d.d.e, en cuanto al porcentaje de mancha final se presentaron diferencias significativas siendo el porcentaje más alto el de 25 con 59,3%, el de 100 ácaros con 53,5%, el de 50 ácaros con 49,3% y tenemos el testigo con un 42,5% en donde se puede deducir que posiblemente en el proceso de evaluación en campo se evaluó en la etapa final se evaluó un porcentaje de mancha final del testigo como si fuera daño por ácaro y realmente no lo era, porque al terminar el tiempo de evaluación en campo de cada material testigo que presentaba una mancha que no se tenía claridad, se le realizó una evaluación destructiva para verificar si tenía o no presencia del ácaro y se confirmó que estaban completamente limpias del ácaro; concluyendo que la evaluación en campo se enmascara con otro factor de daño diferente al ácaro.

Tabla 2-3: Análisis de varianza para los niveles de infestación en los tres estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla sin aplicación de d.d.e de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

Nivel Infestación	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
0	29.6 A ¹	5.5 A	50.7 C	42.5 B
50	16.2 B	7.5 A	51.4 B	49.3 AB
25	13.0 B	6.5 A	50.7 C	59.3 A
100	11.7 B	6.0 A	51.5 A	53.5 AB
	DMS:6,4	DMS:3,9	DMS:0,01	DMS: 16,2

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-4 que hubo diferencias significativas para días de aparición de la mancha y para porcentaje de mancha inicial, en donde tenemos para todos los estados la presencia de la mancha fue más rápida con niveles de infestación más altos y que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha inicial en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Inicio de Primordio Floral con 50 y 100 ácaros, Máximo Macollamiento con 25 ácaros y Máximo Embuchamiento con 100 ácaros fueron los estados que mostraron más rápido el daño en un rango entre 7.7 a 12.3 d.d.e y se ven reflejados en el porcentaje de mancha inicial.

Tabla 2-4: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla sin aplicación con sus niveles de infestación en días de aparición de daño y porcentaje de mancha inicial.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha inicial
50	Inicio de Primordio Floral	36.8 A ¹	0	Máximo Macollamiento	11.3 A
25	Máximo Macollamiento	35.8 A	0	Máximo Macollamiento	10.1 A
0	Máximo Embuchamiento	20.0 B	50	Máximo Macollamiento	7.0 A
100	Máximo Macollamiento	18.9 BC	50	Máximo Macollamiento	6.6 A
100	Máximo Embuchamiento	16.2 BC	0	Máximo Embuchamiento	6.0 AB
50	Máximo Embuchamiento	15.1 BCD	25	Inicio de Primordio Floral	6.0 AB
100	Máximo Macollamiento	13.4 BCD	100	Inicio de Primordio Floral	6.0 AB
0	Inicio de Primordio Floral	13.3 BCD	25	Inicio de Primordio Floral	6.0 AB
25	Máximo Embuchamiento	12.3 BCD	100	Máximo Embuchamiento	5.3 BC
25	Máximo Macollamiento	10.6 CD	25	Inicio de Primordio Floral	3.9 C
0	Inicio de Primordio Floral	7.9 D	100	Máximo Embuchamiento	3.6 C
50	Inicio de Primordio Floral	7.7 D	50	Máximo Embuchamiento	3.6 C

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-5 que hubo diferencias significativas para días de finalización de la evaluación de la mancha y el porcentaje de mancha final, en donde tenemos que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha final en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Máximo Macollamiento con 25, 100 y 50 ácaros con porcentajes de 74.3%, 65.9% y 61.3% y en Inicio de Primordio Floral con 100 ácaros de 53.1% de mancha, los cuales fueron diferentes significativamente con respecto a los demás tratamientos, donde se concluye que en el estado temprano de desarrollo del cultivo (Máximo Macollamiento) independiente del

nivel de infestación y en el estado de Inicio de Primordio Floral con el máximo nivel de infestación de 100 ácaros; presentan el mayor porcentaje de mancha final, esto es debido a que los ácaros tienen más tiempo afectando la planta.

Tabla 2-5: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla sin aplicación con sus niveles de infestación en días de finalización de daño y porcentaje de mancha final.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Finalización manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha final
25	Máximo Macollamiento	59 A ¹	25	Máximo Macollamiento	74.3 A
100	Máximo Macollamiento	59 A	0	Máximo Macollamiento	65.9 AB
50	Máximo Macollamiento	59 A	50	Máximo Macollamiento	61.3 ABC
100	Máximo Macollamiento	59 A	100	Inicio de Primordio Floral	53.1 ABCD
25	Inicio de Primordio Floral	55 B	0	Inicio de Primordio Floral	52.9 BCD
50	Inicio de Primordio Floral	55 B	25	Inicio de Primordio Floral	49.3 BCD
25	Inicio de Primordio Floral	55 B	100	Máximo Embuchamiento	48.4 BCD
0	Inicio de Primordio Floral	55 B	25	Máximo Macollamiento	47.6 CD
0	Máximo Embuchamiento	38 C	100	Máximo Embuchamiento	43.6 CD
100	Máximo Embuchamiento	38 C	0	Máximo Embuchamiento	40.0 CD
0	Máximo Embuchamiento	38 C	50	Inicio de Primordio Floral	36.2 D
50	Máximo Embuchamiento	38 C	25	Máximo Embuchamiento	35.7 D

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Para el segundo ensayo se presentan los resultados que corresponde al estado de Máximo Macollamiento, Máximo Embuchamiento e Inicio de Primordio Floral con solo tallo principal sin aplicación en la vaina, de acuerdo al análisis de varianza el modelo es altamente significativo y se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$) en los tres estados de desarrollo de la planta para el día de aparición de la mancha, día de evaluación final, porcentaje de mancha inicial y porcentaje de mancha final. En la tabla 2-6; se pueden observar que los primeros síntomas se presentaron en Máximo Macollamiento a los 27,9 d.d.e con un 9,9% de mancha y su día de finalización fue a los 59 d.d.e con un 48,7% de mancha, con diferencias significativas comparado con los otros

estados de desarrollo; para el estado de Máximo Embuchamiento el inicio de la mancha fue a los 17,8 d.d.e con un 6,1% de mancha el cual no presento diferencias significativas con el estado de Inicio de Primordio Floral en porcentaje de mancha inicial y su día de finalización fue a los 38 d.d.e con un 26,1% de mancha, el cual presento diferencias significativas con el estado de Inicio de Primordio Floral al finalizar la evaluación , pero no en porcentaje de mancha final, siendo para este último estado de 27,3 d.d.e de inicio de la mancha con un 4,7% de mancha y su día de finalización fue a los 55 d.d.e con un 32,7% de mancha.

Tabla 2-6: Análisis de varianza para los tres estados de desarrollo de la planta de arroz en tallo principal sin aplicación de días de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

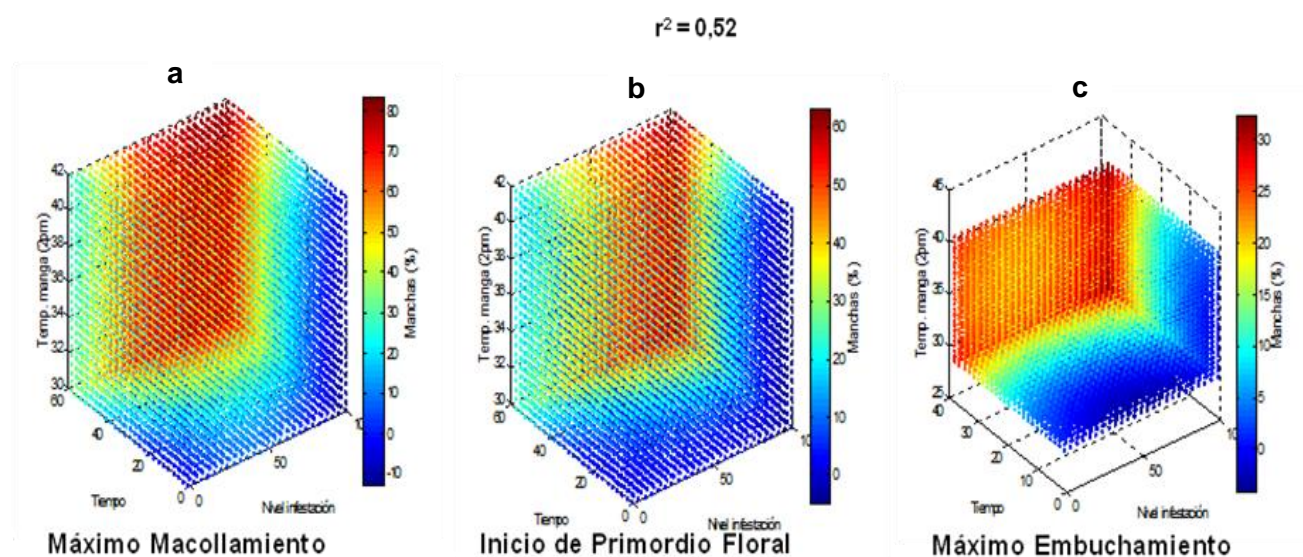
Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
Máximo macollamiento	27.9 A ¹	9.9 A	59 A	48.7 A
Inicio Primordio	27.3 A	4.7 B	55 B	32.7 B
Máximo Embuchamiento	17.8 B	6.1 B	38 C	26.1 B
	DMS:5.4	DMS:2.3	DMS:2.5	DMS:9.3

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Al realizar el análisis de regresión múltiple con el paquete estadístico MATLAB (2010) entre las variables nivel de infestación, porcentaje de mancha, temperatura del invernadero y duración en días, para los tres estado de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento, en sus condiciones que son con tallo principal sin aplicación, se establecieron las correlaciones; sin embargo, en las ecuaciones, los mayores valores de r^2 se obtuvieron con los datos de día inicio de la mancha con un $r^2 = 0,52$ y día final de mancha con $r^2 = 0,99$. Al graficar los datos utilizando el modelo diseñado se obtuvieron una tendencia en él porcentaje de mancha, niveles de infestación y condiciones de temperatura, siendo superior la temperatura en las horas de la tarde dentro de la manga, pero su incidencia no fue significativa para afectar a los diferentes niveles de infestación (Figura 2-6). Donde se observa una

reducción en el porcentaje de mancha para los tres estados de desarrollo con macolla con aplicación comparado con las otras dos condiciones.

OJO Relación entre los niveles de infestación, los porcentajes de manchas, duración y temperatura obtenidos con el modelo de regresión establecido con el paquete estadístico MATLAB (2010): a. Tendencia Máximo Macollamiento con tallo principal sin aplicación; b. Tendencia Inicio de Primordio Floral con tallo principal sin aplicación; c. Tendencia Máximo Embuchamiento con tallo principal sin aplicación. Las zonas de color rojo indican incremento en el porcentaje de mancha, las azules disminuciones. Los valores negativos no se deben tener en cuenta ya que surgen a partir del modelo y se deben considerar como cero.



En cuanto a los estados de Máximo Macollamiento, Máximo Embuchamiento e Inicio de Primordio Floral con tallo principal sin aplicación en la vaina y de acuerdo al análisis de varianza se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los niveles de infestación para el día de aparición de la mancha y para día de evaluación final de la mancha; en la tabla 2-7, se puede observar que los primeros síntomas presentaron diferencias significativas para nivel de infestación 0 (testigo) comparado con el resto de los niveles de infestación, aunque para el porcentaje de mancha no hubo diferencias significativas entre niveles de infestación que estuvo en un rango entre 5,0% y 7,9%; para el día final de evaluación del daño hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y en cuanto a la evaluación de porcentaje de mancha final se presento diferencias significativas para el nivel 0 (testigo) comparado con los demás

niveles de infestación, reconfirmando que las plantas libres del ácaro no muestran dicha sintomatología.

Tabla 2-7: Análisis de varianza para los niveles de infestación en los tres estados de desarrollo de la planta de arroz en tallo principal sin aplicación de días de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

Nivel Infestación	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
0	31.3 A ¹	7.0 A	50.5 D	25.5 B
50	16.8 B	5.0 A	51.4 C	39.8 A
25	24.2 B	7.9 A	51.5 A	49.7 A
100	14.4 B	7.8 A	51.4 B	48.0 A
	DMS:8.2	DMS:5.3	DMS:0.01	DMS:13.5

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-8 que hubo diferencias significativas para días de aparición de la mancha y para porcentaje de mancha inicial, en donde tenemos para todos los estados la presencia de la mancha fue más rápida con niveles de infestación más altos y que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha inicial en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Máximo Macollamiento con 50 ácaros, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento con 100 fueron los estados que mostraron más rápido el daño en un rango entre 12.0 y 12.6 d.d.e y se ven reflejados en el porcentaje de mancha inicial.

Tabla 2-8: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz en tallo principal sin macolla sin aplicación con sus niveles de infestación en días de aparición de daño y porcentaje de mancha inicial.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha inicial
25	Máximo Macollamiento	42.0 A ¹	0	Máximo Macollamiento	13.9 A
100	Inicio de Primordio Floral	35.3 AB	0	Máximo Macollamiento	11.3 AB
0	Inicio de Primordio Floral	26.0 B	25	Máximo Macollamiento	9.4 AB
0	Máximo Embuchamiento	25.7 BCD	25	Máximo Embuchamiento	7.2 BC
100	Inicio de Primordio Floral	22.7 CD	50	Inicio de Primordio Floral	6.0 BC
50	Máximo Macollamiento	21.6 CDE	25	Máximo Embuchamiento	5.4 BC
50	Máximo Embuchamiento	18.5 CDE	0	Máximo Macollamiento	4.7 BC
100	Máximo Macollamiento	18.0 CDE	100	Máximo Embuchamiento	4.7 BC
50	Máximo Embuchamiento	13.7 DE	50	Inicio de Primordio Floral	4.7 BC
25	Inicio de Primordio Floral	12.6 E	100	Inicio de Primordio Floral	4.5 BC
25	Máximo Embuchamiento	12.0 E	100	Máximo Embuchamiento	4.4 BC
0	Máximo Macollamiento	12.0 E	50	Inicio de Primordio Floral	4.3 C

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-9 que hubo diferencias significativas para días de finalización de la evaluación de la mancha y el porcentaje de mancha final, en donde tenemos que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha final en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Máximo Macollamiento con 25, 100 y 50 ácaros con porcentajes de 74.7%, 62.4% y 59.7% respectivamente y en Inicio de Primordio Floral con 25 y 100 ácaros se presentaron niveles de porcentaje de 49.3% y 45.7% de mancha, los cuales fueron diferentes significativamente con respecto a los demás tratamientos, donde se concluye que en el estado temprano de desarrollo del cultivo (Máximo Macollamiento) independiente del nivel de infestación y en el estado de

Inicio de Primordio Floral con el máximo nivel de infestación de 100 ácaros; presentan el mayor porcentaje de mancha final, esto es debido a que los ácaros tienen más tiempo afectando la planta.

Tabla 2-9: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz en tallo principal sin macolla sin aplicación con sus niveles de infestación en días de finalización de daño y porcentaje de mancha final.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Finalización manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha final
25	Máximo Macollamiento	59 A ¹	100	Máximo Macollamiento	74.7 A
100	Máximo Macollamiento	59 A	0	Máximo Macollamiento	62.4 AB
50	Máximo Macollamiento	59 A	50	Máximo Macollamiento	59.7 AB
25	Máximo Macollamiento	59 A	25	Inicio de Primordio Floral	49.3 BC
100	Inicio de Primordio Floral	55 B	0	Inicio de Primordio Floral	45.7 BCD
50	Inicio de Primordio Floral	55 B	25	Inicio de Primordio Floral	33.5 CDE
100	Inicio de Primordio Floral	55 B	50	Máximo Embuchamiento	30.0 CDE
0	Inicio de Primordio Floral	55 B	100	Máximo Macollamiento	27.6 DE
50	Máximo Embuchamiento	38 C	0	Máximo Embuchamiento	27.1 DE
0	Máximo Embuchamiento	38 C	25	Máximo Embuchamiento	26.8 E
0	Máximo Embuchamiento	38 C	50	Inicio de Primordio Floral	22.0 E
25	Máximo Embuchamiento	38 C	100	Máximo Embuchamiento	19.0 E

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Se presentan a continuación los resultados del tercer ensayo, que corresponde al estado de Máximo Macollamiento, Máximo Embuchamiento e Inicio de Primordio Floral con macollas con aplicación en la vaina, de acuerdo al análisis de varianza el modelo es altamente significativo y se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$) en los tres estados de desarrollo de la planta para el día de aparición de la mancha, día de evaluación final, porcentaje de mancha inicial y porcentaje de mancha final.

En la tabla 2-10 se pueden observar que los primeros síntomas se presentaron para Máximo Macollamiento a los 32,9 d.d.e con un 21,4% de mancha y su día de finalización fue a los 59 d.d.e con un 40,2% de mancha, no presento diferencias significativas para el estado de Inicio de Primordio Floral el cual al inicio de la mancha fue a los 31,1 d.d.e con un 14,5% de mancha; pero si presentaron diferencias significativas con el estados de desarrollo Máximo Embuchamiento con un inicio de la mancha de 17,8 d.d.e con un 6,1% de mancha, mientras que para el día de finalización si presento diferencias significativas con los demás estado para el día inicio de la mancha fue a los 58,0 d.d.e, pero no para el porcentaje de mancha con un 24,26% de mancha comparada con el estado de Máximo Embuchamiento que presento un 26,1% de mancha.

Tabla 2-10: Análisis de varianza para los tres estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla con aplicación de días de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

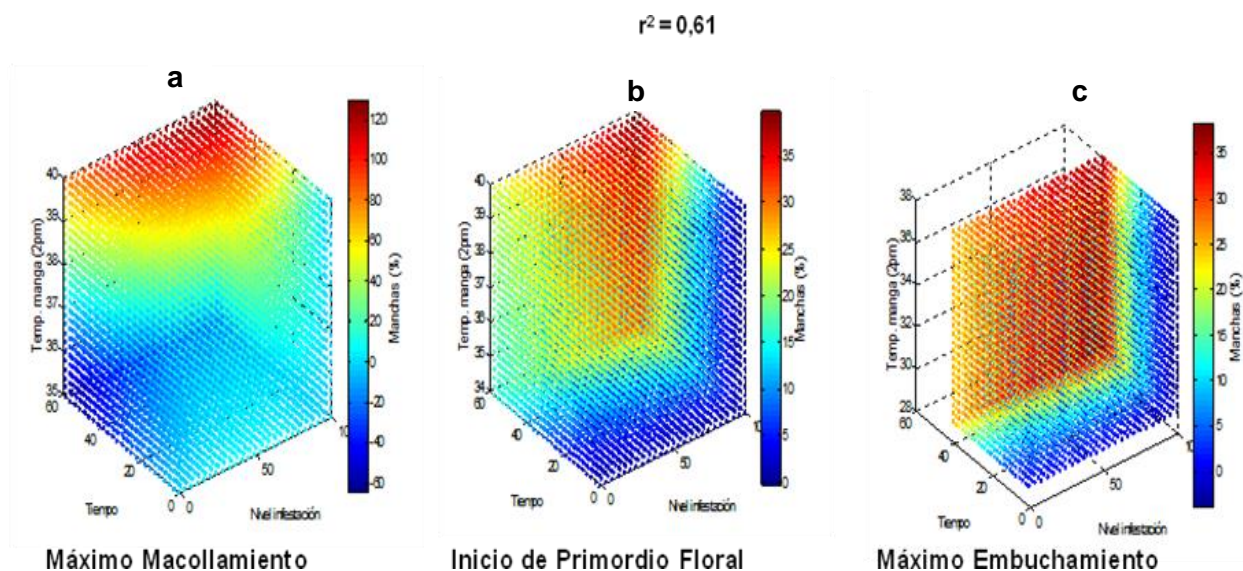
Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
Máximo macollamiento	32.9 A ¹	21.4 A	59 A	40.2 A
Inicio Primordio	31.1 A	14.5 A	58 B	24.2 B
Máximo Embuchamiento	17.8 B	6.1 B	38 C	26.1 B
	DMS:9.6	DMS:8.1	DMS:2.5	DMS:9.9

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Al realizar el análisis de regresión múltiple con el paquete estadístico MATLAB (2010) entre las variables nivel de infestación, porcentaje de mancha, temperatura del invernadero y duración en días, para los tres estado de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento, en sus condiciones que son con macolla con aplicación, se establecieron las correlaciones; sin embargo, en las ecuaciones, los mayores valores de r^2 se obtuvieron con los datos de día inicio de la mancha con un $r^2 = 0,61$ y día final de mancha con $r^2 = 0,99$. Al graficar los datos utilizando el modelo diseñado se obtuvieron una tendencia en el porcentaje de mancha, niveles de infestación y condiciones de temperatura, siendo superior la temperatura en las horas de la tarde dentro de la manga, pero su incidencia no fue significativa para afectar a los diferentes

niveles de infestación (Figura 2-6). Donde se observa una reducción en el porcentaje de mancha para los tres estados de desarrollo con macolla con aplicación comparado con las otras dos condiciones.

OJO Relación entre los niveles de infestación, los porcentajes de manchas, duración y temperatura obtenidos con el modelo de regresión establecido con el paquete estadístico MATLAB (2010): a. Tendencia Máximo Macollamiento con macollas con aplicación; b. Tendencia Inicio de Primordio Floral con macollas con aplicación; c. Tendencia Máximo Embuchamiento con macollas con aplicación. Las zonas de color rojo indican incremento en el porcentaje de mancha, las azules disminuciones. Los valores negativos no se deben tener en cuenta ya que surgen a partir del modelo y se deben considerar como cero.



En cuanto a los estados de Máximo Macollamiento, Máximo Embuchamiento e Inicio de Primordio Floral con macollas con aplicación en la vaina y de acuerdo al análisis de varianza se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los niveles de infestación para el día de aparición de la mancha, para día de evaluación final de la mancha y para el porcentaje final de la mancha, pero no presento diferencias significativas para el porcentaje de inicio de la mancha; en la tabla 2-11, se puede observar que los primeros síntomas presentaron diferencias significativas para nivel de infestación 0 (testigo) comparado con el resto de los niveles de infestación, aunque para el porcentaje de mancha inicial no hubo diferencias significativas entre niveles de infestación que estuvo en un rango entre 11% y 16%; para la evaluación final del daño se

presentaron diferencias significativas para los niveles de infestación 0 (testigo) con respecto a los demás niveles de infestación, igual situación se presentó para los porcentajes de mancha final del testigo con los demás niveles de infestación, donde se concluye que el testigo cumplió su objetivo.

Tabla 2-11: Análisis de varianza para los niveles de infestación en los tres estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla con aplicación de días de aparición y finalización de daño y porcentaje de mancha.

Nivel Infestación	Primera manifestación de daño	% mancha inicial	Finalización de manifestación de daño	% mancha final
0	37.2 A ¹	14.2 A	51.5 C	22.7 B
50	19.8 B	13.9 A	51.7 B	37.1 A
25	20.8 B	16.0 A	51.9 A	34.7 A
100	12.3 B	11.0 A	51.7 B	40.7 A
	DMS:10.7	DMS:9.5	DMS:2.5	DMS:11.4

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-12 que hubo diferencias significativas para días de aparición de la mancha y para porcentaje de mancha inicial, en donde tenemos para todos los estados la presencia de la mancha fue más rápida con niveles de infestación más altos y que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha inicial en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Máximo Embuchamiento con 100 fueron los estados que mostraron más rápido el daño en un rango entre 11.4 y 13.4 d.d.e y se ven reflejados en el porcentaje de mancha inicial.

Tabla 2-12: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla con aplicación con sus niveles de infestación en días de aparición de daño y porcentaje de mancha inicial.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Primera manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha inicial
25	Máximo Macollamiento	50.0 A ¹	0	Máximo Macollamiento	31.1 A
50	Inicio de Primordio Floral	46.5 A	0	Máximo Macollamiento	22.6 AB
100	Inicio de Primordio Floral	29.6 B	50	Máximo Macollamiento	19.3 AB
0	Máximo Embuchamiento	25.7 BC	25	Máximo Macollamiento	18.5 B
0	Máximo Macollamiento	20.1 BC	25	Inicio de Primordio Floral	17.4 B
50	Máximo Embuchamiento	18.5 BC	0	Inicio de Primordio Floral	13.6 BC
25	Inicio de Primordio Floral	17.5 BC	25	Inicio de Primordio Floral	11.7 BC
100	Máximo Macollamiento	16.0 BC	50	Inicio de Primordio Floral	9.0 BC
0	Máximo Embuchamiento	13.7 C	50	Máximo Embuchamiento	7.2 C
50	Inicio de Primordio Floral	13.4 C	100	Máximo Embuchamiento	5.4 C
100	Máximo Embuchamiento	12.0 C	100	Máximo Embuchamiento	4.7 C
25	Máximo Macollamiento	11.4 C	100	Máximo Embuchamiento	4.4 C

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cuando se realiza el análisis para cada uno de los estados de desarrollo de la planta con sus respectivos niveles de infestación podemos observar en la tabla 2-13 que hubo diferencias significativas para días de finalización de la evaluación de la mancha y el porcentaje de mancha final, en donde tenemos que entre más temprana en el estado de desarrollo de la planta se realice la infestación mayor será el porcentaje de mancha final en las vainas; se puede destacar en la tabla los estados de Máximo Macollamiento con 25, 100 y 50 ácaros con porcentajes de 61.4%, 60.0% y 54.3% que fueron significativamente diferentes a los demás tratamientos, donde se concluye que en el estado temprano de desarrollo del cultivo (Máximo Macollamiento) independiente del

nivel de infestación, presentan el mayor porcentaje de mancha final, esto es debido a que los ácaros tienen más tiempo afectando la planta y aunque el estado de Inicio de Primordio Floral con el máximo nivel de infestación de 100 ácaros no fue diferente a los demás tratamientos fue el que le siguió en el orden de porcentaje de mancha final con un 32.1%.

Tabla 2-13: Análisis de varianza para los estados de desarrollo de la planta de arroz con macolla con aplicación con sus niveles de infestación en días de finalización de daño y porcentaje de mancha final.

Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	Finalización manifestación de daño	Nivel Infestación	Estado de Desarrollo	% mancha final
25	Máximo Macollamiento	59 A ¹	100	Máximo Macollamiento	61.4 A
100	Máximo Macollamiento	59 A	0	Máximo Macollamiento	60.0 A
50	Máximo Macollamiento	59 A	50	Máximo Macollamiento	54.3 A
100	Máximo Macollamiento	59 A	25	Inicio de Primordio Floral	32.1 B
50	Inicio de Primordio Floral	58 B	0	Inicio de Primordio Floral	30.0 B
100	Inicio de Primordio Floral	58 B	25	Máximo Embuchamiento	30.0 B
50	Inicio de Primordio Floral	58 B	50	Máximo Embuchamiento	27.1 B
0	Inicio de Primordio Floral	58 B	100	Máximo Embuchamiento	26.8 B
25	Máximo Embuchamiento	38 C	0	Inicio de Primordio Floral	24.0 B
0	Máximo Embuchamiento	38 C	25	Máximo Macollamiento	21.9 B
0	Máximo Embuchamiento	38 C	50	Inicio de Primordio Floral	19.3 B
25	Máximo Embuchamiento	38 C	100	Máximo Embuchamiento	19.0 B

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Para la interpretación de los resultados para panícula, se realizó el análisis para el estado de Máximo Macollamiento con macollas sin aplicación, en cada uno de los niveles de infestación; donde se observa que de acuerdo al análisis de varianza el modelo es altamente significativo y se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$)

en las características de porcentaje de mancha para grano lechoso con un 34,9% de mancha para el nivel de infestación 0 (testigo) comparado con los demás niveles de infestación; para el carácter deformidad de grano lechoso no presentaron diferencias significativas para los niveles de 0 (testigo), 25 y 50, pero si hubo diferencias significativas para nivel de infestación 100; para el carácter de deformidad del pedúnculo en grano lechoso igualmente se observan diferencias significativas para los niveles 0 (testigo) y 25 con respecto a los otros dos niveles de infestación.

Para el carácter de mancha de grano pastoso se observa diferencias significativas en los niveles 0 (testigo) y 100, pero no hay diferencias significativas entre 25 y 50 ácaros; en cuanto a deformidad de grano pastoso se observan diferencias entre los niveles 0 (testigo) y los niveles 50 y 100 ácaros, pero no hay diferencias para nivel de infestación con 25 ácaros. En el carácter deformidad del pedúnculo del grano pastoso se observan diferencias significativas para el nivel de infestación 25 ácaros con respecto a los demás niveles; para el carácter porcentaje de mancha en llenado se observan diferencias significativas para el nivel de infestación 25 ácaros con un 20.2% de llenado, siendo inferior con respecto a los demás niveles de infestación y por último tenemos otros factores que corresponde a deterioro de la panícula pero que la causa no fue ocasionada por el ácaro ni la bacteria, donde no se observan diferencias significativas para los niveles 0 (testigo), 25 y 50 ácaros, pero si para el nivel de infestación con 100 ácaros. Los cuales los podemos observar en la tabla 2-14.

Tabla 2-14: Análisis de varianza para el porcentaje de mancha para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz en el estado de Máximo Macollamiento con macollas sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

Nivel de infestación	Mancha grano lechoso	Deformidad del grano lechoso	Deformidad del pedúnculo grano lechoso	Mancha grano pastoso	Deformidad del grano pastoso	Deformidad del pedúnculo del grano pastoso	Mancha en llenado	Otros factores
0	34.9 C ¹	0.1 B	3.5 A	37.1 C	0.1 B	3.9 B	52.6 A	25.8 A
25	53.6 B	0.2 B	6.7 A	64.3 AB	0.2 AB	9.7 A	20.2 B	21.4 A
50	57.9 B	0.2 B	2.4 B	58.6 AB	0.7 A	2.4 B	44.1 A	28.8 A
100	72.1 A	0.63 A	1.1 B	75.5 A	0.6 A	1.1 B	53.9 A	2.4 B

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-15, se observa que para número de panículas y grano lleno no hubo diferencias significativas con respecto a los diferentes niveles de infestación y para las variables granos vanos, peso de 1000 granos y porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación 0 (testigo) presento diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación. Lo que indica que el testigo cumplió con su función y presento los niveles más bajos de porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-15: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Máximo Macollamiento con macollas sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	6.0 A	470.0 A	226.0 A	25,2 B	32.5 A
25	6.7 A	237.7 A	579.0 B	18,9 A	70.6 B
50	5.9 A	353.1 A	596.3 B	20,5 A	69.8 B
100	6.4 A	314.0 A	450.6 B	20.1 AB	60.5 B
	DMS: 2.2	DMS: 270.6	DMS: 193.8	DMS: 3.4	DMS: 26.6

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Para el estado de Máximo Macollamiento con tallo principal sin aplicación, en cada uno de los niveles de infestación; se observa que de acuerdo al análisis de varianza el modelo es altamente significativo y se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$) en las características de porcentaje de mancha para grano lechoso con un 5.9% de mancha en el nivel de infestación 0 (testigo) comparado con los demás niveles de infestación; para el carácter deformidad de grano lechoso, del grano pastoso y otros factores, no se presentaron diferencias significativas en los niveles de infestación; en el carácter de deformidad del pedúnculo en grano lechoso y pastoso no se observan diferencias significativas para los niveles 0 (testigo), 25 y 50 ácaros, pero si se presentan diferencias con el nivel de infestación 100 ácaros, siendo el valor más alto; tanto para mancha de grano pastosos y porcentaje de mancha en llenado hay diferencias significativas del nivel 0 (testigo) con respecto a los otros niveles de infestación. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-16.

Tabla 2-16: Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Máximo Macollamiento tallo principal sin aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

Nivel de infestación	Mancha grano lechoso	Deformidad del grano lechoso	Deformidad del pedúnculo grano lechoso	Mancha grano pastoso	Deformidad del grano pastoso	Deformidad del pedúnculo del grano pastoso	Mancha en llenado	Otros factores
0	5.9 B ¹	0.1 A	0.7 B	10.8 B	0.1 A	0.9 B	82.6 A	3.7 A
25	25.2 A	0.5 A	1.7 B	32.8 A	0.5 A	1.7 B	57.6 B	5.5 A
50	16.0 A	0.9 A	0.8 B	21.7 A	0.9 A	1.4 B	65.9 B	2.9 A
100	21.4 A	2.3 A	5.0 A	30.9 A	2.3 A	5.5 A	53.1 B	8.8 A

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-17, se observa que para número de panículas y grano lleno no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para las variables granos vanos, peso de 1000 granos y porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación 0 (testigo) presentó diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación. Lo que indica que el testigo cumplió con su función y presentó los niveles más bajos de porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-17: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Máximo Macollamiento tallo principal sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

Nivel de infestación	Número de Panículas	Grano lleno	Grano vano	Peso 1000 granos	% de Vaneamiento
0	5.1 A	308.0 A	172.7 A	23,8 B	38.0 A
25	3.7 A	216.7 A	280.9 AB	21,5 A	57.8 B
50	5.1 A	237.7 A	355.9 B	21,6 A	58.9 B
100	4.3 A	219.4 A	283.9 AB	21.7 A	54.2 AB
	DMS: 2.2	DMS: 148.5	DMS: 145.6	DMS: 1.4	DMS: 18.7

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Como resultado del ensayo de Inicio de Primordio Floral con macolla sin aplicación en panículas con los diferentes niveles de infestación se encontró que el modelo se ajusta y es significativo; para el porcentaje de mancha para grano lechoso y pastoso, deformidad de grano lechoso y pastoso, deformidad del pedúnculo en grano lechoso y pastoso, el nivel de infestación 100 ácaros presentaron diferencias significativas comparados con los demás niveles; mientras que para el carácter porcentaje de mancha en llenado y otros factores no hubo diferencias significativas entre los niveles. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-18.

Tabla 2-18: Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Inicio de Primordio Floral con macolla sin aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Mancha grano lechoso</i>	<i>Deformidad del grano lechoso</i>	<i>Deformidad del pedúnculo grano lechoso</i>	<i>Mancha grano pastoso</i>	<i>Deformidad del grano pastoso</i>	<i>Deformidad del pedúnculo del grano pastoso</i>	<i>Mancha en llenado</i>	<i>Otros factores</i>
0	34.9 B ¹	0.04 B	0.8 B	38.5 B	0.04 B	1.1 B	61.2 A	12.7 A
25	48.1 AB	0.1 B	2.2 AB	56.6 A	0.1 B	2.2 AB	51.2 A	13.5 A
50	42.0 B	0.1 B	0.1 B	50.7 AB	0.1 B	0.1 B	48.8 A	7.2 A
100	58.4 A	0.4 A	4.3 A	61.9 A	0.4 A	4.3 A	44.7 A	16.9 A

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-19, se observa que para número de panículas y grano lleno no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para las variables granos vanos, peso de 1000 granos y porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación 0 (testigo) presento diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación. Lo que indica que el testigo cumplió con su función y presento los niveles más bajos de porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-19: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Inicio de Primordio Floral con macolla sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	5.4 A	569.9 B	133.6 A	23,1 A	18.5 A
25	4.9 A	282.0 A	345.7 AB	22,6 A	56.2 B
50	4.6 A	239.0 A	315.7 AB	21,9 A	57.2 B
100	4.6 A	316.7 A	468.1 B	22.5 A	57.8 B
DMS: 1.5		DMS: 248.3	DMS: 250.8	DMS: 3.8	DMS: 31.0

1Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En el ensayo de Inicio de Primordio Floral tallo principal sin aplicación en panículas con los diferentes niveles de infestación se encontró que el modelo se ajusta y es significativo; para el porcentaje de mancha para grano lechoso, deformidad de grano lechoso y llenado se observa que hubo diferencias significativas del nivel de infestación con 100 ácaros comparado con los demás niveles; para el carácter deformidad del pedúnculo en grano lechoso y pastoso y deformidad del grano pastoso no se presentaron diferencias significativas entre los niveles de infestación; para manchas de grano pastoso los niveles 0 (testigo) y 25 ácaros no presentaron diferencias entre ellos, pero si entre los niveles de infestación de 50 y 100 ácaros; mientras que para el carácter otros factores el nivel 0 (testigo) presento diferencias significativas comparadas con los otros niveles. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-20.

Tabla 2.20 Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Inicio de Primordio Floral tallo principal sin aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Mancha grano lechoso</i>	<i>Deformidad del grano lechoso</i>	<i>Deformidad del pedúnculo grano lechoso</i>	<i>Mancha grano pastoso</i>	<i>Deformidad del grano pastoso</i>	<i>Deformidad del pedúnculo del grano pastoso</i>	<i>Mancha en llenado</i>	<i>Otros factores</i>
0	5.3 B ¹	0.1 B	1.4 A	7.8 B	0.1 A	1.4 A	69.9 B	12.0 A
25	12.4 AB	0.1 B	0.1 A	16.2 AB	0.1 A	0.7 A	83.1 AB	1.0 B
50	14.8 AB	0.1 B	0.1 A	28.0 A	0.1 A	0.2 A	77.4 AB	3.7 AB
100	18.9 A	0.4 A	1.7 A	25.4 A	0.3 A	2.4 A	83.9 A	0.7 B

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-21, se observa que para número de panículas y peso de 1000 granos no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para las variables granos llenos, granos vanos y porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación 0 (testigo) presento diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación y además para porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación con 100 ácaros fue el tratamiento que mayor porcentaje presento. Lo que indica que el testigo cumplió con su función y presento los niveles más bajos de porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-21: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Inicio de Primordio Floral tallo principal sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	4.8 A	492.7 B	97.6 A	22,8 A	17,1 A
25	4.6 A	297.9 A	214.3 B	23,0 A	42,5 B
50	4.6 A	202.1 A	235.3 B	22,0 A	55,0 BC
100	5.1 A	163.6 A	271.1 B	22.3 A	68,5 C
	DMS: 1.8	DMS: 157.7	DMS: 100.4	DMS: 3.5	DMS: 20,9

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En el ensayo de Inicio de Primordio Floral con macolla con aplicación en panículas con los diferentes niveles de infestación se encontró que el modelo se ajusta y es significativo; para el porcentaje de mancha para grano pastoso se presentaron diferencias significativas del nivel de infestación 50 ácaros con respecto a los demás niveles, para deformidad de grano pastoso y deformidad del pedúnculo en grano pastoso se observa que no hubo diferencias significativas en los niveles de infestación. Para la variable de mancha en el llenado se observan diferencias significativas en los niveles 0 y 100 con respecto a los otros niveles de infestación, al igual que para la variable de otros factores donde se observan diferencias significativas para los niveles 0 y 25 ácaros, siendo los porcentajes más bajos comparado con los otros niveles de infestación. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-22.

Tabla 2-22: Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Inicio de Primordio Floral con macolla con aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

Nivel de infestación	Mancha grano pastoso	Deformidad del grano pastoso	Deformidad del pedúnculo del grano pastoso	Mancha en llenado	Otros factores
0	36.6 B	0.1 A	0.7 A	74.0 A	17.5 AB
25	28.4 B	0.1 A	0.1 A	50.9 B	32.6 A
50	63.2 A	0.1 A	0.4 A	62.0 AB	9.6 BC
100	43.3 B	0.3 A	0.1 A	68.0 A	0.1 C

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-23, se observa que para peso de 1000 granos no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para las variables granos llenos y porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación 0 (testigo) presento diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación y además para porcentaje de vaneamiento el nivel de infestación con 100 ácaros fue el tratamiento que mayor porcentaje presento. Para la variable grano lleno se observan diferencias significativas de los niveles 0 (testigo) con respecto a los demás niveles de

infestación siguiéndole en su orden el nivel con 50 ácaros. Lo que indica que el testigo cumplió con su función y presento los niveles más bajos de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-23: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Inicio de Primordio Floral con macolla con aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	5.0 AB	523.0 B	93.7 A	22.7 A	15.1 A
25	5.1 AB	296.6 A	361.7 B	18,6 A	58.9 B
50	6.0 B	378.3 AB	388.6 B	20.8 A	50.3 B
100	4.4 A	212.7 A	305.1 B	22.9 A	58.7 B
	DMS: 1.6	DMS: 183.7	DMS: 145.6	DMS: 4.6	DMS: 22.79

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Como resultado del ensayo de Máximo Embuchamiento con macolla sin aplicación en panículas con los diferentes niveles de infestación se encontró que el modelo se ajusta y es significativo; para el porcentaje de mancha para grano lechoso, deformidad de grano lechoso y pastoso, deformidad del pedúnculo en grano lechoso y pastoso, otros factores no presentaron diferencias significativas en ninguno de los niveles de infestación; mientras que para mancha de grano pastosos el nivel que presento diferencias significativas fue con 100 ácaros con respecto a los demás niveles y para el carácter llenado también hubo diferencias significativas de los niveles 0 (testigo) y 25 con respecto a los otros niveles de infestación. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-24.

Tabla 2-24: Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Máximo Embuchamiento con macolla sin aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

Nivel de infestación	Mancha grano lechoso	Deformidad del grano lechoso	Deformidad del pedúnculo grano lechoso	Mancha grano pastoso	Deformidad del grano pastoso	Deformidad del pedúnculo del grano pastoso	Mancha en llenado	Otros factores
0	27.9 A ¹	0.04 A	0.6 A	37.1 A	0.04 A	0.6 A	69.5 AB	15.5 A
25	18.7 A	0.1 A	1.7 A	22.9 A	0.1 A	1.7 A	59.3 B	26.0 A
50	28.2 A	0.1 A	0.9 A	37.3 A	0.1 A	0.9 A	76.7 A	13.5 A
100	17.9 A	0.1 A	0.9 A	18.7 B	0.1 A	0.9 A	73.2 A	16.2 A

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-25, se observa que para peso de 1000 granos no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para la variable número de panículas hubo diferencias significativas con respecto a los otros niveles de infestación; para la variable granos llenos no hubo diferencias significativas entre los niveles de infestación con 0 (testigo), 50 y 100, pero cabe resaltar el nivel 0 (testigo) presento el mayor valor con 574.9 granos llenos y si tuvo diferencias significativas con el nivel de infestación de 25 ácaros; para la variable grano vano y porcentaje de vaneamiento, se presentaron diferencias significativas del nivel 0 (testigo) comparado con los demás niveles con un valor de 107.9 granos vanos y 15.3 % de vaneamiento, lo que indica que el testigo cumplió con su función y presento los niveles más bajos de granos vanos y porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-25: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Máximo Embuchamiento con macolla sin aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	5.0 A	574.9 B	107.9 A	21.5 A	15.3 A
25	4.6 A	226.3 A	567.0 C	20.9 A	71.4 C
50	5.9 B	490.4 AB	440.9 BC	21.6 A	53.2 BC
100	5.4 A	482.9 AB	336.4 B	22.0 A	41.3 AB
	DMS: 1.9	DMS: 183.7	DMS: 213.9	DMS: 2.3	DMS: 28.6

¹Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Como resultado del ensayo de Máximo Embuchamiento con macolla con aplicación en panículas con los diferentes niveles de infestación se encontró que el modelo se ajusta y es altamente significativo; para el porcentaje de mancha para grano pastoso, deformidad de grano pastoso, deformidad del pedúnculo en grano pastoso no presentaron diferencias significativas en ninguno de los niveles de infestación; mientras que para el carácter porcentaje de mancha en llenado hubo diferencias significativas de los niveles 50 y 100 con respecto al nivel 0 (testigo) y 25 con los niveles más bajos de porcentaje de mancha, aunque entre estos dos últimos no hubo diferencias. Para la variable de porcentaje de mancha en el llenado se observan diferencias significativas de los niveles 0 (testigo) y 50 con respecto a los otros niveles de infestación; por otra parte en la variable otros factores el nivel de infestación con 50 ácaros presento diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. Estos valores se pueden observar en la tabla 2-26.

Tabla 2-26: Análisis de varianza para los niveles de infestación en el estado de Máximo Embuchamiento con macolla con aplicación para las características del grano y pedúnculo de las panículas de arroz.

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Mancha grano pastoso</i>	<i>Deformidad del grano pastoso</i>	<i>Deformidad del pedúnculo del grano pastoso</i>	<i>Mancha en llenado</i>	<i>Otros factores</i>
0	45.8 A	0.1 A	0.1 A	67.8 B	14.1 BC
25	40.0 A	0.1 A	0.3 A	58.9 B	25.0 AB
50	31.1 A	0.1 A	0.1 A	86.8 A	3.8 C
100	39.8 A	0.1 A	0.3 A	41.2 C	33.9 A

1Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 2-27, se observa que para número de panículas y peso de 1000 granos no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de infestación y para la variable grano lleno se presentaron diferencias significativas en el nivel de infestación 0 (testigo) con respecto a los niveles de 25 y 100 ácaros; para la variable grano vano se presentaron diferencias significativas del nivel de infestación 0 (testigo) con respecto a los niveles de infestación con 25 y 100 ácaros; en cuanto al porcentaje de vaneamiento, se presentaron diferencias significativas del nivel 0 (testigo) comparado con los demás niveles con un valor de 12.7 % de vaneamiento, lo que indica que el testigo cumplió con su función y presentó los niveles más bajos de granos vanos y porcentaje de vaneamiento, en donde dicho vaneamiento se debió a otros factores diferentes al ataque por el ácaro.

Tabla 2-27: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en el estado de Máximo Embuchamiento con macolla con aplicación en los diferentes niveles de infestación

<i>Nivel de infestación</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>Peso 1000 granos</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
0	4.9 A	600.0 BC	69.0 A	22.1 A	12.7 A
25	4.4 A	233.9 A	354.1 B	21.0 A	61.5 C
50	5.4 A	620.3 C	311.1 AB	22.7 A	33.1 AB
100	4.4 A	273.7 AB	357.1 B	22.1 A	48.6 BC
	DMS: 2.7	DMS: 328.8	DMS: 242.8	DMS: 2.2	DMS: 24.6

1Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

2.3.2 Tabla de vida de *S. spinki* en el cultivo del arroz

Con la metodologías descrita anteriormente, se estableció la tabla de vida para el ácaro *Steneotarsonemus spinki* en el cultivo del arroz. Esta es una información básica para entender cómo crece la población y para el diseño de estrategias de manejo del ácaro en el cultivo del arroz en Colombia.

➤ Descripción morfológica de los estados de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki*

En el ciclo de vida que se le realizó al ácaro *Steneotarsonemus spinki* en las plantas de arroz se pudo identificar que el ácaro pasa por los estados de huevo, larva, ninfa y adulto. Los cuales se describen a continuación. Figura 2-7.

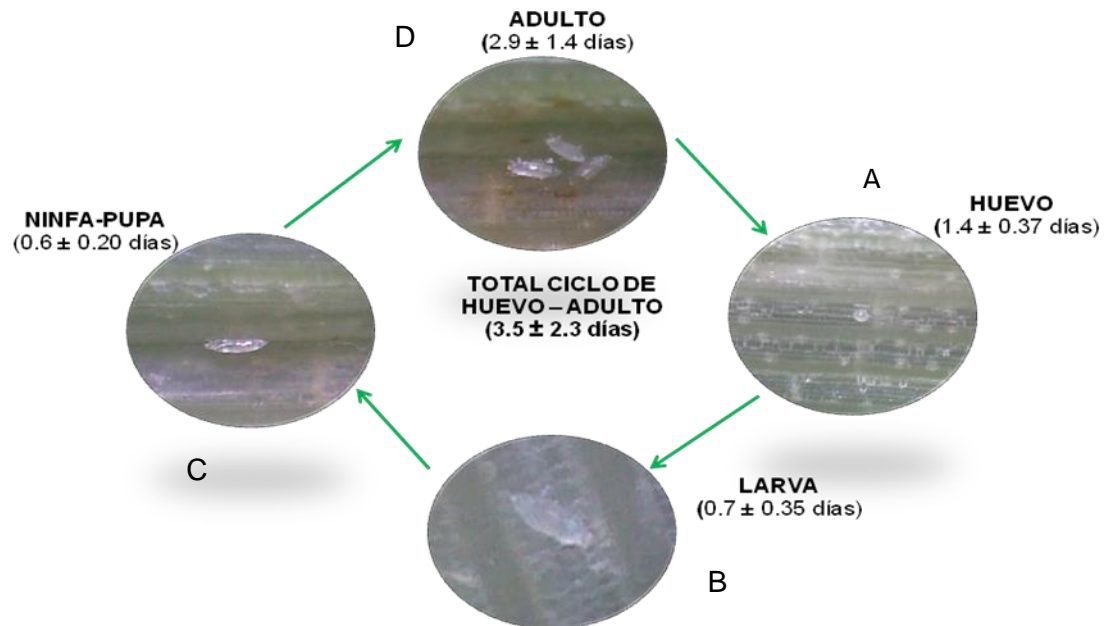
Huevo: Son semiredondos, totalmente translucidos recién puestos, la hembra normalmente los ubica en masas aunque también se observan eventualmente separados unos de otros, en la medida que va avanzando su etapa de desarrollo se van tornando de un color blanquecino turbio, indicando que están próximos a su eclosión.

Larva: Cuando el huevo eclosiona sale la larva de forma ovalada alargada, recién nacida es de color translúcida, hexápoda y muy móvil y en la medida que se va desarrollando y cuando esta próxima a su siguiente estado se observa de color blanquecino turbio y en la parte ventral se le observa una mancha blanca.

Ninfa-pupa: La ninfa es de color blanco opaco, es de forma ovalada alargada es inmóvil, aunque fisiológicamente es activa para posteriormente dar origen a los adultos (Moraes y Flechtmann 2008).

Adultos: Las hembras presentan idiosoma alargado, ornamentado, tegumento con puntuación fina. Longitud 222–350 mm y ancho 84–108 mm. Gnathosoma subcuadrado, tan largo como ancho (24–30 mm de largo) y (25–32 mm de ancho). Setas dorsales del gnathosoma (11–15 mm) finamente pilosa, más larga que la seta ventral (8–10 mm). Seta Palpcoxal ausente. Palpos pequeños, anteriormente con 2 setas cortas. Con anchos y procesos distales redondeados. Quelíceros cortos estiletiformes, fuertemente curvados, con borde basal conspicuo. Las hembras de *S. spinki* se distinguen por tener setas histerosomales: setae c1 y d barbeadas, y por la presencia de un apodema 2 ventralmente, fuerte y ancho. Los machos adultos de *S. spinki* tienen idiosoma liso, tegumento finamente punteado, longitud 217 (217– 244) mm, ancho 121 (109–122) mm (holotipo y rango de 11 muestras). Gnathosoma subcuadrado, longitud 30 (24–30) mm como ancho 32 (25–32) mm. Seta dorsal gnathosomal pilosa basalmente, seta ventral gnathosomal lisa, seta palpcoxal ausente. Palpo puntudo, corto, dirigido anteriormente, cada palpo con dos pequeñas setas y tres procesos distales. Estiletes quelicerales moderadamente corto, rectos, unidos al borde basal. Los machos de *S. spinki* se distinguen por tener sc1 más larga que sc2, apodemas 3 y 4 unidos distalmente y por no tener ornamentación ventral, pata IV con un borde fuerte, largo y liso y la seta del trocáncer ventral más larga que v0G.

Figura 2-7: Estados de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki* en plantas de arroz. A. huevo. B. larva. C. ninfa-pupa. D. Hembra.



En plantas de Fedearroz 473 en condiciones de laboratorio. Montería 2013 ($27 \pm 3^\circ\text{C}$ y $85 \pm 5\%$ HR.).

➤ Tiempo de desarrollo de huevo a adulto y supervivencia

En la tabla 2-28, se observa la duración de los estados de desarrollo del ácaro *Steneotarsonemus spinki* en condiciones de laboratorio con una temperatura promedio de $27 \pm 3^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $85 \pm 5\%$.

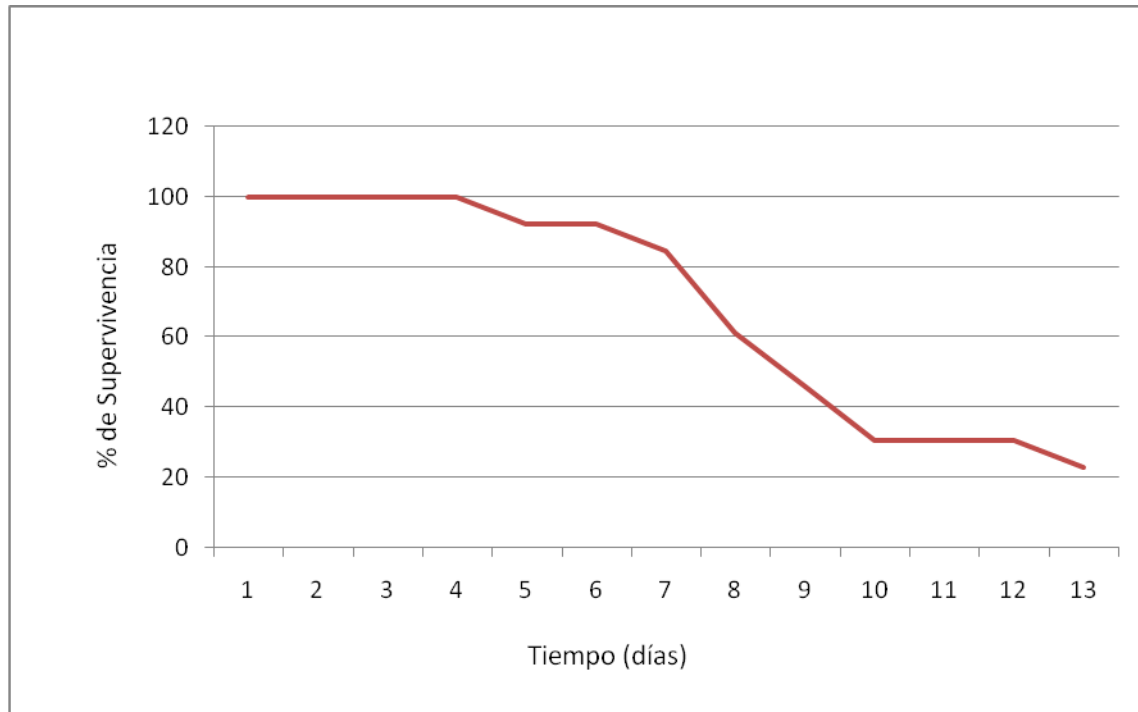
Tabla 2-28: Duración de los diferentes estados inmaduros (días) del ácaro *S. spinki* en plantas de arroz en condiciones de laboratorio ($27 \pm 3^\circ\text{C}$ y $85 \pm 5\%$ HR.)

ESTADO DE DESARROLLO	PROMEDIO \pm E.S.	MINIMO	MÁXIMO	SUPERVIVENCIA %
HUEVO	1.4 ± 0.37	0.5	3.2	100
LARVA	0.7 ± 0.35	0.1	1.3	95
NINFA-PUPA	0.6 ± 0.20	0.1	1.0	43
ADULTO	2.9 ± 1.4	0.1	5.2	42
TOTAL	3.5 ± 2.3	0.9	7.7	

Se puede observar en la tabla 2-28, que el tiempo de duración de huevo a adulto fue de 3.5 días, en donde el estado de huevo fue el más largo con una duración de 1.4 días, casi la mitad de todo el ciclo y con un porcentaje de supervivencia del 100%; estos valores son similares a los reportados en estudios realizados bajo condiciones de laboratorio, donde evaluaron diferentes niveles de temperatura 20, 24, and 30°C y obtuvieron una duración del ciclo de 11, 7 y 3 días respectivamente (Ramos & Rodríguez, 2000; Almaguel *et al.*, 2004). En contraste con los reportes de Lo & Ho, (1979); Xu *et al.*, (2001) donde evaluaron a las mismas temperaturas y sus registros fueron de un desarrollo más lento, de 20 días (20°C), 13-17 días (24°C) y 3-8 días (30°C). Cabrera *et al.*, (2003) indica que las condiciones que más favorece el desarrollo del ácaro está entre $25.5\text{-}27.5^\circ\text{C}$ y $83.8\text{-}89.5\%$ H.R., y períodos de baja lluvia y más calor (sequia) favorecen su proliferación. Con respecto a la supervivencia de los inmaduros, las larvas presentaron los porcentajes más altos del 95%, siendo uno de los estados que más puede afectar a la planta y sumándole al ciclo de vida tan corto, son características que le dan a la especie ventajas biológicas para altas poblaciones y daños ocasionados por el ácaro; cabe resaltar que los porcentajes de sobrevivencia de ninfas-pupa y adultos fueron altas, es posible por la metodología de estudio y su permanente intervención para su análisis.

En la figura 2-8, se observa el porcentaje de supervivencia (LX) del ácaro *S. spinki* el cual presenta una curva normal, es decir los ácaros se mueren en la medida que avanzan de edad (viejos).

Figura 2-8:Curvas de supervivencia del ácaro *S. spinki* criadas en plantas de arroz en condiciones de laboratorio ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $85\pm 5\%$ HR.).



➤ Relación de sexos y conducta reproductiva

Bajo las condiciones de laboratorio donde se llevo a cabo el estudio, se observo que hubo una relación de sexos de 11.5:1. Los machos comienzan su actividad reproductiva buscando una ninfa-pupa, la cual levantan con ayuda del último par de patas, fijándola por la papila genital al extremo posterior de su cuerpo, cargándola a medida que caminan hasta la emergencia de la hembra con el fin de asegurar la cópula. Algunas hembras copulan casi inmediatamente emergen. La reproducción de este ácaro es partenogenético facultativo tipo arrenotoquia, es decir que las hembras vírgenes pueden producir machos y las hembras que han sido copuladas pueden producir hembras y machos.

➤ **Duración de los períodos reproductivos, fecundidad (Mx) y longevidad de las hembras de *S. spinki***

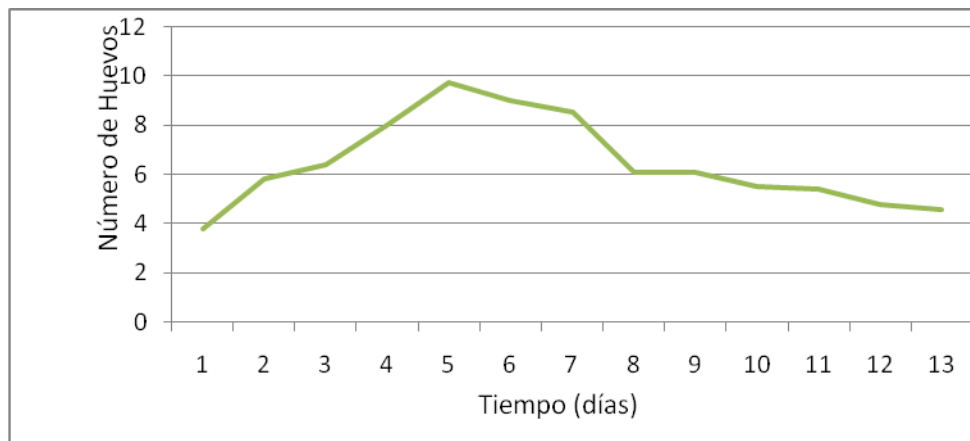
A continuación en la tabla 2-29, los tiempos de duración de cada uno de los períodos reproductivos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* en condiciones de laboratorio.

Tabla 2-29: Duración en días de los periodos reproductivos de hembras de *S. spinki* criadas en plantas de arroz en condiciones de laboratorio ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $85\pm 5\%$ HR.)

ESPECIE	PREOVIPOSICION	OVIPOSICION	POSOVIPOSICION	LONGEVIDAD
<i>Steneotarsonemus spinki</i>	0.46 ± 0.66	8.08 ± 3.55	0.38 ± 0.51	8.92 ± 2.96

Se puede observar en la tabla 2-29, que el período de mayor duración fue el de oviposición con 8.08 días, siendo el de mayor importancia para la proliferación del ácaro y su posterior daño en el cultivo. Con respecto a la fecundidad, en la figura 2-9, se registran los valores diarios de este parámetro donde se observa que la mayor producción de huevos se dio entre los días 3 a 6, con promedios entre 8 y 9 huevos/hembra/día.

Figura 2.9. Fecundidad de hembras de *S. spinki* criadas en plantas de arroz en condiciones de laboratorio ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $85\pm 5\%$ HR.).



➤ Parámetros poblacionales

En el presente estudio se obtuvieron los parámetros poblacionales de *S. spinki* en plantas de arroz bajo condiciones de laboratorio, los cuales se presentan en la tabla 2-30.

Tabla 2-30: Parámetros de la tabla de vida del ácaro *S. spinki* criadas en plantas de arroz en condiciones de laboratorio ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $85\pm 5\%$ HR.)

ESPECIE	R_0	rm	λ	T_d	T
<i>Steneotarsonemus spinki</i>	527.2	1.36	3.88	0.51	4.59

R_0 : Tasa Reproductiva Neta, rm : Tasa intrínseca de crecimiento natural λ : Tasa finita de multiplicación T_d : Tiempo de duplicación (días), T : Tiempo generacional.

Al observar los valores obtenidos de cada parámetro, se tiene que todos fueron altos, lo que demuestra la capacidad biológica que presenta este ácaro y permite entender el impacto de su actividad en campo.

La tasa de crecimiento generacional de la especie fue de 136%, valor positivo lo cual indica que la población fue capaz de crecer adecuadamente, para estas condiciones de laboratorio.

2.4 Bibliografía

Almaguel, L. 2000. Visitas de asistencia técnica sobre *Steneotarsonemus spinki* y *Sarocladium oryzae* a la réplica de Haití. Elaboración de un proyecto regional. Haití, R. Dominicana y Cuba: Programa para el manejo integrado de la enfermedad del arroz producido por el complejo ácaro-hongo *Steneotarsonemus spinki* Smiley (acari: Tarsonemidae) y *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams & Hawksw. MARNDR, Haití. SEA República Dominicana y MINAG/Cuba. MARNDR/Haití, SEA/R. Dominicana y MINVEC/MINAG/Cuba. CRDA, Haití, DSV, R. Dominicana, INISAV e IIA, Cuba.

Andrewartha, H.G.; Birch, L.C. 1954. The Distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press, Chicago. 782 p.

Cabrera, I.M., Ramos, M., Fernández, B.M. 2003. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz en Cuba. MIP Agroecol. (Costa Rica). 69, 34–37.

Castro, B.A.; R. Ochoa; Cuevas, F. E. 2006. The threat of the panicle rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley, to rice production in the United States. 31st. Rice Technical Working Group Meeting. The Woodlands, Texas, Feb 26-March 1, 2006.

Chein, C.C. 1980. Studies on the sheath-rot disease and its relation to the sterility of the rice plants. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 22 (1), 31–39.

Chow, Y. S; Tzean, S.S; Chang, C.S; Wang, C.H. 1980. A morphological study of the tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Tarsonemidae). Plant Prot. Bull. (Taiwan R. O. C) 22: 17-21.

Guitierrez, J. 1967. *Steneotarsonemus madecassus* n. sp., agent d'une déformation panicules de riz a Madagascar [Acariens: Tarsonemidae]. Bull. Soc. Entomol. France 71, 323–330.

Hummel, N.A.; Castro, B.A.; McDonald, E.M; Pellerano, M.A; Ochoa, R. 2009. The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a re-discovered pest of rice in the United States. Crop Protection 28. 547 – 560.

Jiang, P.Z.; Xie, X.J.; Chen, W.X.; Cao, S.Y.; Liang, Z.H. 1994. Regularity of incidence of *Steneotarsonemus spinki*. Guandong Agric. Sci. 5, 37–40.

Liang, W.J. 1980. Rearing method for a tarsonemid mite (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) free from the rice sheath rot fungus. Plant Prot. Bull. 22, 23–29.

Lindquist, E.E. 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the Heterostigmata. Mem. Entomol. Soc. Can. 136, 1–517.

- Lo, K.C.; Hor, C.C. 1977. Preliminary studies on rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). Nat. Sci. Coun. Mon. 5 (4), 274–284.
- Lo, K.C.; Ho, C.C. 1979. Ecological observations on rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). J. Agric. Res. China 28(3): 181-192.
- MATLAB. 2010. Version 7.1 The language of technical computing febrero 5 2010. The Math Works Inc. Natick, Massachusetts, United States.
- Maia, A. de H. N.; Luiz, A. J.; y Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life parameters using Jackknife technique: computational aspects. En: J. Econ. Entomol. 93(2):511 - 518.
- Moraes, G.; Flechtmann, C.H.W. 2008. Manual de Acarología. Acarología básica e acaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos Editora.
- Ochoa, R.; Smiley, R.L.; Saunders, J.L. 1991. The family Tarsonemidae in Costa Rica (ACARI: Heterostigmata). Int. J. Acarol. 17, 41–86.
- Ou, Y.T.; Fang, H.C. 1978. Studies on the rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acarina: Tarsonemidae) and its mode of transmission in rice plant. Ke Xue Fa Zhan 6, 773–779.
- Rabinovich, J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, A. C.1ª. ed. Compañía editorial continental, México. 287 p.
- Ramos, M.; Rodríguez, H. 2000. Ciclo de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en laboratorio. Rev. Protección Veg. 15 (2):51-52.
- Rao, J.; Prakash, A. 1992. Infestation of tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, in rice in Orissa. J. Appl. Zool. Res. 3, 103.
- Rao, J.; Prakash, A.; Dhanasekharan, S.; Ghosh, S.K. 1993. Observations on rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki*, white-tip nematode and sheath-rot fungus interactions deteriorating grain quality in paddy fields. J. Appl. Zool. Res. 4, 89–90.
- Rao, P.R.M.; Bhavani, T.R.M.; Rao, T.R.M.; Reddy, P .R. 2000. Spikelet sterility grain discoloration in Andhra Pradesh, India. International Rice Research Notes. Notes from the fields. 25(3): 40.
- Reissig, W.H.; Heinrichs, E.A.; Litsinger, J.A.; Moody, K.; Fiedler, L.; Mew, T.W.; Barrion, A.T. 1986. Illustrated Guide To Integrated Pest Management in Rice in Tropical Asia Manila (Philippines). International Rice Research Institute, pp. 228–232.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS User's guide version 8.1. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

Sawada, K. 1922. Descriptive Catalogue of the Formosan Fungi II. Rept. Dept. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa, 2, pp. 1–173.

Smiley, R.L.; Emmanouel, N. 1980. A new species of *Steneotarsonemus* from Gramineae (Acari: Tarsonemidae). Int. J. Acarol. 6, 275–282.

Smiley, R.L.; Flechtmann, C.H.W.; Ochoa, R. 1993. A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass infesting species in the western hemisphere. Internat. J. Acarol. 19(1):87-93.

Tseng, Y.H. 1984. Mites associated with weeds, paddy rice, and upland rice fields in Taiwan. In: Griffiths, Bowman (Eds.), Acarology VI, vol. 2. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 770–780.

Xu, G.L.; Wu, H.J.; Huan, Z.L.; Wan, M. 2001. Study on reproductive characteristic of rice mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae). Systematic Appl. Acarol. 6: 45-49.

Xu, G.L.; Wu, H.J.; Tong, X.L. 2002. Studies on stress resistance of *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Plant Prot. 28 (5), 18–21.

3.Capítulo 3

Establecer el comportamiento de las poblaciones de *S. spinki* en el cultivo del arroz en Montería y evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro.

3.1 Introducción

3.1.1 Relación de *S. spinki* con la fenología del cultivo de arroz y dinámica poblacional

Estudios realizados por Ramos y Rodríguez (2001) en Cuba, sobre la dinámica poblacional de *S. spinki*, también encontraron cambios en la densidad de la población durante el desarrollo del cultivo. Según sus resultados las poblaciones fueron bajas durante el estado de macollaje y se multiplico durante la floración, pero el máximo se obtuvo durante el llenado del grano y decreció con la maduración del grano de lechoso a blando. Leyva *et al.*, (2003) en trabajos también realizados en Cuba, observaron que el arroz plantado de Diciembre a Mayo se escapa de altas infestaciones del acaro, comparado con el que se siembra de Agosto a Octubre periodo durante el cual las poblaciones son muy altas y los daños mayores.

Los estudios sobre dinámica poblacional de *S. spinki*, pocas veces relacionan factores bióticos como los enemigos naturales (depredadores y entomopatógenos) que de alguna manera pueden regular sus poblaciones. Muchos de los trabajos sobre controladores biológicos, se refieren a la constatación de la presencia de una especie depredadora con un ácaro fitófago, pero no existen reportes sobre el impacto de un control significativo de algún predador sobre poblaciones de ácaros plaga. Lo y Ho (1979), reportaron las especies de ácaros depredadores *Amblyseius taiwanicus* Ehara (Phytoseiidae) y *Lasioseius parberlesei* Bhattacharyya (Acari: Ascidae), en estudios realizados entre 1977 y 1978 en Asia. Tseng (1984) reportaron las especies *Cheiroseius serratus* (Halbert) y *Cheiroseius napalensis* (Evans & Hyatt) (Ascidae) asociados a *S. spinki* en cultivos de arroz.

En Cuba Ramos y Rodríguez (1998); Cabrera *et al.*, (2003); Ramos *et al.*, (2005) han encontrado las siguientes especies asociadas a *S. spinki* en cultivos de arroz: *Hypoaspis* sp. (Laelapidae), *Aceodromus asternalis* Lindquist & Chant, *Asca pineta* De Leon, *Lasioseius tridentis* Karg, *Lasioseius* sp., *Proctolaelaps bickleyi* Bram (Ascidae) y (*Galendromus alveolaris* (De Leon), *Galendromus longipilus* (Nesbitt), *Galendromus* sp., *Neoseiulus paraibensis* (Moraes & Mc Murtry), *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot, *Neoseiulus paspalivorus* De Leon, *Proprioseiopsis asetis* (Chant)), y *Typhlodromus* sp. (Phytoseiidae).

Cabrera *et al.*, (2005), evaluó el hongo entomopatógeno *Hirsutella nodulosa* Petch sobre *S. spinki*, y encontró 71% de mortalidad en los ácaros tratados. El mismo autor reporta otros hongos atacando a *S. spinki* como *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., y *Cephalosporium* spp.

Si se piensa en un programa de manejo integrado del ácaro, es fundamental evaluar cómo afecta las condiciones climáticas las poblaciones del ácaro, además, se debe evaluar acaricidas biorracionales y caracterizar el impacto de los enemigos naturales para aplicarlos en cultivos comerciales.

3.1.2 Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro el ácaro

El Manejo integrado de insectos fitófagos (MIIF) es el conjunto de prácticas agronómicas que basadas en la planificación y el conocimiento del cultivo, conducen a mantener el equilibrio en las poblaciones de los insectos, conservar el medio ambiente y obtener mayor productividad. El MIIF, enfatiza en el uso armónico de las prácticas sin alterar el equilibrio, previniendo el ataque de los insectos dañinos al cultivo y a la economía del productor arrocero.

➤ Criterios de manejo

No todas las poblaciones de insectos fitófagos en un campo de arroz se constituyen en plagas, ni todas las plagas presentan la misma gravedad o persistencia en sus daños. Los insectos benéficos también necesitan de alguna población de insectos fitófagos para poder multiplicar su especie. Un insecto se considera de importancia económica cuando se ha roto su equilibrio y su población causa daño económico para lo cual hay que distinguir tres criterios básicos como el daño causado, la población que causa el daño y el efecto en la reducción de la cosecha frente al costo del control. Perez y Cuevas (2013).

La clave del manejo integrado es aprender a conocer a los insectos fitófagos y establecer qué cantidad puede permitir el cultivo. Pero el número de insectos y el daño que causa están condicionados por varios factores que hay que relacionar antes de tomar una decisión de control.

3.1.3 Tipos de manejo

➤ Manejo cultural

El manejo cultural es el conjunto de técnicas de carácter preventivo que limitan el desarrollo y establecimiento de los insectos a la vez que aseguren las condiciones óptimas para la planta. Las más recomendadas son: Adecuación y preparación del suelo, variedades resistentes, rotación de cultivos, incorporación de abonos verdes, épocas de siembra, densidades adecuadas de siembra. Las labores culturales se orientan a la destrucción de las fuentes de infestación de los insectos dañinos; a la interrupción de sus ciclos de desarrollo; a la nutrición de las plantas para darles mayor tolerancia a los ataques; a formar condiciones desfavorables para el desarrollo de los insectos fitófagos; a evitar las épocas del año que resultan favorables para los insectos y al empleo de plantas trampa. También se suele considerar dentro del control cultural, la utilización de plantas resistentes o tolerantes a las plagas.

➤ Manejo biológico

Perez y Cuevas (2013) explican que el empleo intensivo de agroquímicos en el cultivo de arroz está ampliamente difundido en Colombia y Latinoamérica, y su uso ha ocasionado consecuencias negativas como la reducción progresiva de los enemigos naturales, resurgencia de sogata, la aparición de insectos secundarios como el Thrips, *Salbia*, *Diatraea* y el gorgojito *Oechetina sp*, sumados al incremento de los costos de producción en el agroecosistema arrocerero y los efectos originados en la salud y el medio ambiente.

El deseo de evitar o minimizar los problemas secundarios causado por los insecticidas, en especial su interferencia con el control biológico, ha sido en gran parte el responsable del desarrollo y aplicación de programas de control de plagas, en los cuales se han combinado todas las técnicas adecuadas en un sistema coordinado, unificado y flexible,

para manejar las poblaciones de insectos en forma tal que se evite el daño económico y se minimicen los efectos adversos sobre los organismos y el ambiente (Calvert, 1996).

El control biológico es una alternativa ecológica, permanente y económica para el manejo racional de insectos plagas. Considera la actividad espontánea de los agentes de regulación biótica y natural, más el uso deliberado de los mismos por el hombre. El control biológico integrado con otras medidas de carácter cultural, mecánico, físico, microbiológico y aún químicos selectivos, aplicados en situaciones muy justificadas, constituye un sistema ideal, seguro y permanente para manejar poblaciones de insectos fitófagos y hace parte fundamental del Manejo Integrado de Plagas. (García, 1992).

Estudios realizados en el cultivo de arroz en Colombia muestran la existencia de una amplia diversidad de organismos benéficos, conformados por parasitoides, predadores y entomopatógenos que cumplen un importante papel en la regulación de varios insectos dañinos.

Los controladores biológicos se encuentran en el campo en forma natural, no nos cuestan, pero debemos conocerlos, valorar su acción sobre las plagas y aprender a conservarlos y permitir que se multipliquen para que cumplan su función en el cultivo. El número de controladores biológicos que existen en el arroz explican porque hay pocos insectos de importancia económica. Se han reportado 41 parasitoides, 15 depredadores, 8 entomopatógenos, 9 arañas y 5 ácaros entre otros, que atacan huevos, larvas, ninfas y adultos de insectos plaga.

Los hongos más comunes e importantes son: muscardina blanca (*Beauveria bassiana*), muscardina verde (*Metarhizium anisopliae*), *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces*, *Entomophthora* y *Verticillium*. Los cadáveres de los insectos liberan millones de conidias que son dispersadas por el viento y la lluvia para infectar a otros. Las bacterias que pertenecen al género *Bacillus* son las más importantes para el control de insectos. El *Bacillus thuringiensis*, se produce comercialmente para el control de larvas de insectos como *Spodoptera*, *Mocis* y el enrollador. Actualmente esta bacteria está siendo incorporada en variedades transgénicas. Perez y Cuevas (2013).

➤ Manejo químico

Los insecticidas son herramientas importantes en los programas de Manejo integrado de insectos en el cultivo de arroz. Es la herramienta más utilizada por los productores pero su mal manejo puede ocasionar una alteración del equilibrio biológico, que origina la resurgencia de insectos, la resistencia a los insecticidas, contaminación y riesgos para la salud humana. Los cuales se clasifican en:

Insecticidas de Contacto: Son los que atraviesan el cuerpo del insecto al ponerse en contacto con ella. También se les denominan insecticidas de derribe o nocaut. Ej: Piretroides, y algunos órganofosforados.

Insecticidas Sistémicos: Son absorbidos por la planta y luego movilizados a lo largo de sus partes. Ej: monocrotofos, Sistemín, Vexter.

Insecticidas de Ingestión o Estomacales: Son ingeridos por los insectos cuando se alimentan de las plantas. Ej: *Bacillus thuringiensis*.

Insecticidas Translaminares: Son los que penetran a los tejidos de la planta y son capaces de matar a los insectos que se encuentran dentro de la hoja como los minadores. Ej: Basudin.

Según estudios realizados en Cuba por Cabrera *et al.*, 1998 entre otros, realizaron las evaluaciones en condiciones de laboratorio, bandejas (semicampo) y campo de más de 46 formulados biológicos y plaguicidas químicos contra el ácaro *Steneotarsonemus spinki* y donde sólo alrededor de 4, ejercieron un control eficiente sobre el ácaro en condiciones de campo, donde el objetivo del trabajo fue exponer las alternativas y manejo de los plaguicidas para el control efectivo del ácaro *S. spinki* en el cultivo del arroz, a partir de los resultados obtenidos con los mismos y tomando en consideración la necesaria preservación de los agro ecosistemas arroceros y en particular, el importante complejo de enemigos naturales que tiene esta plaga bajo nuestras condiciones.

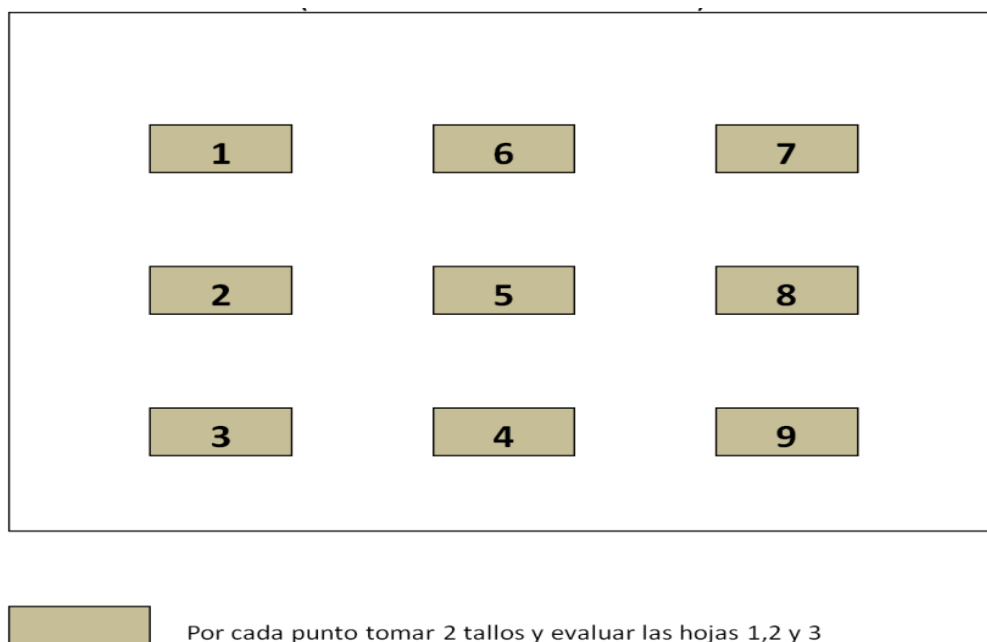
En la metodología utilizada para las pruebas de semicampo (Bandeja), fue tener 30 plantas por bandeja y mantenidas en casas de malla, fueron tratadas con las concentraciones de cada plaguicida, empleando para ello aspersores manuales a razón de 300 L /ha de solución final.

Los conteos los realizaron en microestereoscópico (18 ó 20 X) a los 3, 5, 7 y 10 días después de cada aplicación generalmente. Los productos granulados los aplicaron con arena para una mejor distribución.

Las aplicaciones aéreas de triazophos 40 EC las realizaron a razón de 1.5 litros pc/ha y el *B. thuringiensis* cepa LBT-13 a una concentración de 5×10^8 células/mL y 10 litros/ha del biopreparado, con una segunda aplicación a los cinco días. Utilizaron el adherente 810 al 0.15% PC y una solución final de 40 litros/ha. Donde encontraron una mortalidad del 100% a los 48 en laboratorio del Etoprofos, Endosulfan, Triazophos y Bromopropilato y a las 168 horas del Tiafentiuirol y del Protiufos; mientras que Dicofol, Talyfuanid y Parathion metil presentaron una mortalidad del 97% a las 48 horas y fue disminuyendo su nivel de mortalidad para las 168 horas con porcentajes entre el 93% y el 82%. Por otro lado el *Bacillus thuringiensis* presento una mortalidad del 46%.

3.2 Metodología

Para estudiar la dinámica de *S. pinki* en el cultivo del arroz se seleccionó un lote de 1 hectárea, cultivado con la variedad Fedearroz 473, ubicado en Montería – Córdoba. En el lote se marcaron 9 puntos, empezando el recorrido de izquierda a derecha (figura 3-1). Cada sitio estuvo constituido por 100 plantas, el lote no recibió aplicaciones de acaricidas.

Figura 3-1: Diagrama de la distribución de los puntos de muestreo por lote.

3.2.1 Evaluación en laboratorio

Las evaluaciones se realizaron cada 10 días a partir de los 30 días después de emergencia (d.d.e) del cultivo hasta la etapa de pastosa que fue a los 90 (d.d.e) por 2 ciclos en el cultivo, teniendo las condiciones de buena oferta ambiental y baja oferta ambiental característicos de la zona.

Para el conteo de la población de los ácaros se tomaron muestras descartables de 54 hojas por lote, distribuidas en los 9 puntos buscando una muestra representativa del lote. En cada sitio se seleccionaron 2 tallos. Estas muestras se les lavaba sus raíces garantizando que quedaran completamente limpias, posteriormente se realizaba la rotulación de cada una de ellas y se metían en un baldes con agua para llevarlas al laboratorio de la zona de estudio y posteriormente realizar el conteo bajo estereoscopio de todos los estados de desarrollo de *S. spinki* que se encontraran en cada uno de los estados fenológicos del cultivo.

3.2.2 Evaluación en campo

En los mismos sitios se marcaron tres plantas al azar, las cuales se evaluaron cada 10 días desde la etapa de Macollamiento hasta la etapa lechosa; porcentaje de manchado (coloración pardo – rojizo) y necrosis en vainas y para panículas; porcentaje de panículas erectas con raquis torcidos, inflorescencias deformadas, granos estériles, deformados “pico de loro” y manchados.

La dinámica de las poblaciones del ácaro se correlaciono con la información climática (temperatura máxima, temperatura mínima, la humedad relativa, precipitación y energía solar), suministrada por la estación climatológica del sitio de estudio.

El análisis de datos se sometió a un Análisis de Varianza (ANDEVA). La separación de medias se realizo por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de Confiabilidad (SAS, 2008). También se realizó correlaciones de los datos de población con los datos climáticos.

3.2.3 Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro el ácaro

Con el ánimo de poder identificar algunos productos de síntesis química, biológica y depredadores para el manejo del ácaro *S. spinki*, se realizo un ensayo en el Centro de Investigación La Victoria en Montería, el cual consistió en lo siguiente en evaluar nueve tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, la unidad experimental estuvo conformada por una parcela de 1 m² de la variedad Fedearroz 473. Cuando las plantas tuvieron 35 días después de emergencia, es decir, en Máximo Macollamiento, se realizo la evaluación inicial, donde se seleccionaron 2 tallos en cada una de las parcelas. Estas muestras se les lavaba sus raíces garantizando que quedaran completamente limpias, posteriormente se realizaba la

rotulación de cada una de ellas y se metían en un baldes con agua para llevarlas al laboratorio de la zona de estudio y posteriormente realizar el conteo bajo estereoscopio de todos los estados de desarrollo de *S. spinki*, ese mismo día de evaluación se realizaba la aplicación de los tratamientos, los cuales se pueden observar en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Tratamientos evaluados para el manejo del ácaro *Steneotarsonemus spinki* en el Centro de Investigación La Victoria. Montería.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL
1	Monocrotofos	Monocrotofos 600, Azodrin, Nuvacron, Sogacron, Ronecron.
2	<i>Chrysoperla carnea</i>	Crisopa
3	<i>Neoseiulus paraibensis</i> (Moraes & McMurtry, 1983)	Phytoseiidae
4	<i>Beauveria bassiana</i>	Bassianil,
5	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Turincol
6	Biomel	Biomel
7	Cypermctrina	Insectrina
8	Testigo absoluto	Testigo absoluto
9	Abacmetina	Abafed

El análisis de datos se sometió a un Análisis de Varianza (ANDEVA). La separación de medias se realizo por diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de Confiabilidad (SAS, 2008).

3.3 Resultados y discusión

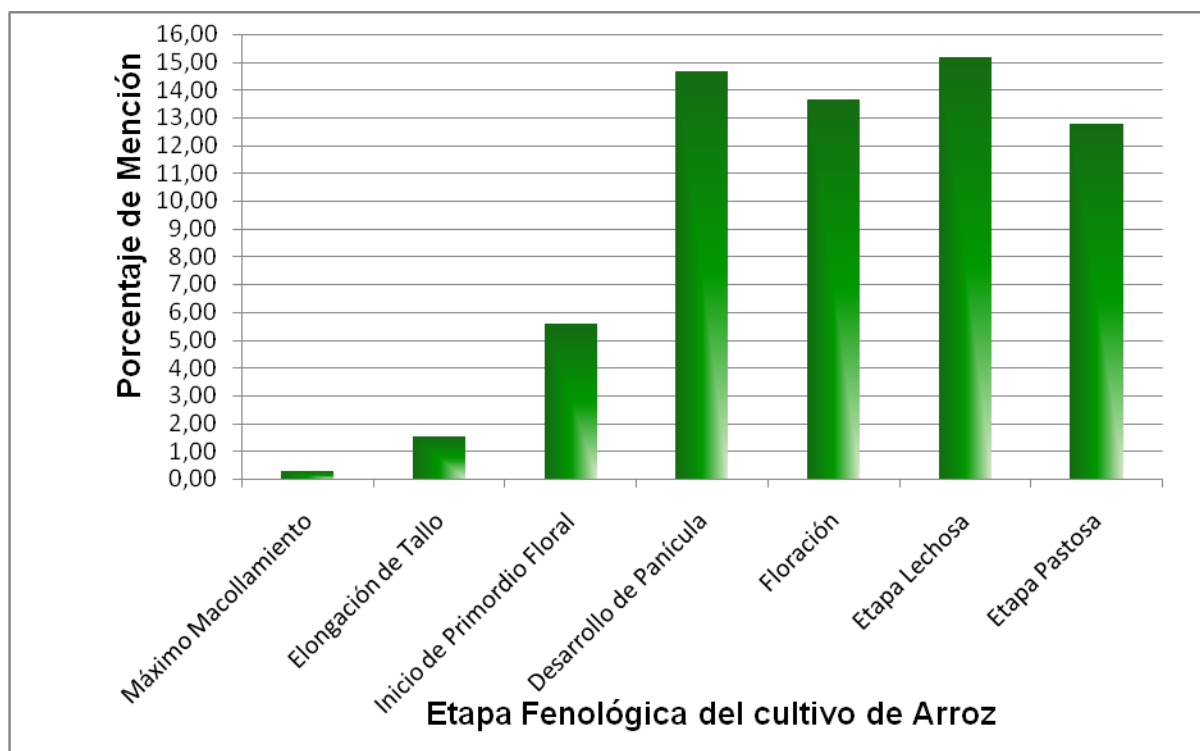
3.3.1 Dinámica de población de *Steneotarsonemus spinki* en cultivo de arroz

Los resultados obtenidos en este ensayo corresponden a estudios sobre los niveles de población registrados por tres ciclos del cultivo lo que permitieron identificar épocas de mayores ataques de *S. spinki* y su posible relación con factores ambientales como humedad relativa, temperatura, energía solar y precipitación. Esta información es de gran valor a la hora de diseñar estrategias de manejo para el ácaro identificando la etapa fenológica que inicia su aparición y los daños que ocasiona a través del desarrollo del cultivo.

➤ Etapas fenológicas del cultivo afectadas por *S. spinki*

Al realizar los análisis de frecuencia de menciones se registró la etapa fenológica donde ocurre el primer ataque de *S. spinki* en la zona de estudio. Donde se puede observa en la figura 3-2, que la presencia del ácaro fue en la etapa de máximo macollamiento hacia los 35 d.d.e después de emergencia; el cual sería el tiempo de colonización del mismo y este se va incrementando, tanto la presencia del ácaro como los síntomas del daño, en las etapas de elongación del tallo e inicio de Primordio floral, siendo su máxima expresión en las etapas de desarrollo de panícula, floración, etapa lechosa y etapa pastosa.

Figura 3-2: Estado fenológico del cultivo del arroz más afectado por el ataque de *S. spinki* en el Centro de Investigación La Victoria – Montería



Con relación al daño de *S. spinki* se observa que los porcentajes de manchado en la vaina se presentaron en la etapa de elongación del tallo con un 8 %; el cual se fue incrementando a un 11% en la etapa de Inicio de Primordio Floral, 22% en Desarrollo de Panícula, a un 32% en la etapa de floración y 47% en la etapa lechosa; simultáneamente, desde la etapa de floración hasta la etapa pastosa, se evaluó el porcentaje de daño en la panícula; donde se presentó un 36% de manchado en la etapa lechosa y se incremento a un 55% en la etapa pastosa. Al realizar la evaluación de rendimiento se obtuvo, en promedio de los tres ciclos un rendimiento de 3,2 toneladas por hectárea; siendo el tercer ciclo el más afectado por condiciones ambientales adversas, esto debido a stress hídrico. En la tabla 3-2; se puede observar los valores estimados de rendimiento en los tres ciclos del cultivo y sus promedios.

Tabla 3-2: Valores estimados de rendimiento en los tres ciclos del cultivo y sus promedios. Centro de Investigación La Victoria. Montería.

CICLO	SEMESTRE	GRANOS LLENOS	GRANOS VANOS	GRANOS TOTALES	NÚMERO DE PANÍCULAS	PORCENTAJE DE VANEAMIENTO	RENDIMIENTO
1	2012 A	1440,6	532,3	1972,9	19	26,9	4,1
2	2012 B	1361,3	597,3	1958,7	19	30,5	3,8
3	2013 A	1066,7	1395,0	2461,7	25	56,7	2,2
Promedio	Tres ciclos	1289,5	841,6	2131,1	21,2	38,0	3,4

Al relacionar los porcentajes de manchado tanto en vaina como en panícula con respecto a los estimativos de rendimiento, se puede apreciar que los dos primeros ciclos fueron muy similares, esto posiblemente a que las condiciones ambientales fueron adecuadas para el buen desarrollo del cultivo y que las poblaciones del ácaro realizaron un daño pero no fue tan severo como en el tercer ciclo donde las condiciones ambientales fueron desfavorables para el cultivo, situación que favorece a que las poblaciones del ácaro predisponga a la planta para el ataque de otros patógenos que también afectaron considerablemente su rendimiento. Lo que nos indica que es necesario iniciar el proceso de monitoreo del ácaro en la etapa de Máximo Macollamiento y tomar medidas de control del mismo, esto con el fin de evitar incrementos de las poblaciones del ácaro y los daños directos e indirectos que este pueda ocasionar. Además, cabe resaltar que en las condiciones por stress hídrico o cultivos de secano se debe ser más riguroso este proceso de monitoreo y manejo del ácaro.

➤ Fluctuaciones de población

Como resultado de los conteos de población de estados de desarrollo de *S. spinki* en el cultivo del arroz en el Centro de Investigación La Victoria en Montería, se realizaron 162 conteos de huevos, larvas, ninfas, adultos y muertos desde Junio de 2012 hasta Septiembre de 2013. En la tabla 3-3, se puede observar los promedios de cada uno de los estados de desarrollo del ácaro a través del tiempo de evaluación.

Tabla 3-3: Huevos, Larvas, Ninfas y Adultos de *S.spinki* /planta registrados en el Centro de Investigación La Victoria - Montería.

ETAPA DEL CULTIVO	HUEVO	LARVA	NINFA	ADULTOS
	Promedios \pm E.S.	Promedios \pm E.S.	Promedios \pm E.S.	Promedios \pm E.S.
MAXIMO MACOLLAMIENTO	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,8
ELONGACIÓN DE TALLO	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 7,8	1,5 \pm 11,9
INICIO DE PRIMORDIO FLORAL	0,6 \pm 1,3	0,0 \pm 0,0	0,8 \pm 7,8	5,6 \pm 15,3
DESARROLLO DE PANICULA	1,2 \pm 3,6	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 1,8	14,7 \pm 49,0
FLORACION	6,3 \pm 20,3	0,0 \pm 0,0	2,1 \pm 3,9	13,7 \pm 36,2
ETAPA LECHOSA	9,0 \pm 36,3	0,0 \pm 0,0	8,0 \pm 7,5	15,2 \pm 38,7
ETAPA PASTOSA	8,2 \pm 28,3	0,2 \pm 4,0	4,9 \pm 7,5	12,8 \pm 35,0

Se encontraron promedios de 0,6 huevos/planta, en la etapa de Inicio de Primordio Floral, esto debido al desarrollo normal de las poblaciones de colonización y establecimiento de sus colonias y se puede observar que en la medida que avanza el desarrollo del cultivo se van incrementando los promedios de huevos, de 1,2 en la etapa de Desarrollo de Panícula, 6,3 en la etapa de Floración, 9,0 en la etapa Lechosa y va decreciendo en la etapa Pastosa; esto posiblemente por el incremento en las colonias establecidas.

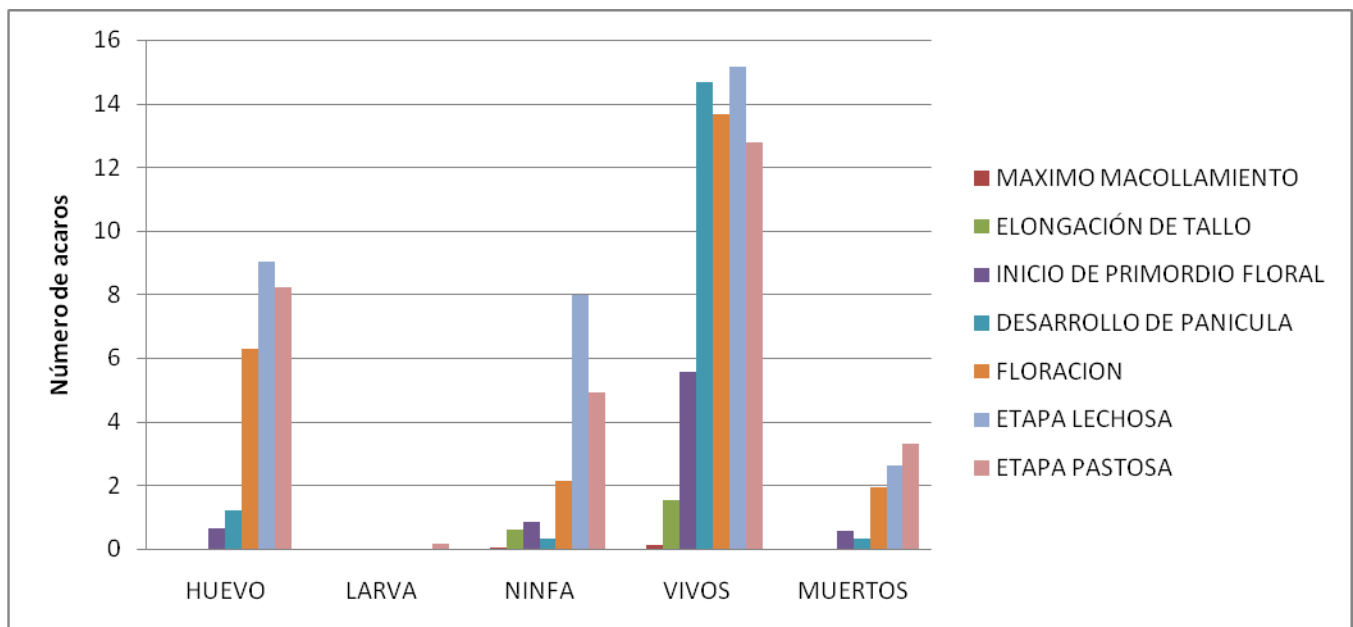
Para el caso de las larvas durante las evaluaciones realizadas en campo no se observó la presencia de estas, tan solo se encontró un promedio de 0,2 en la etapa pastosa, esto puede deberse a que este estado que pasa muy rápido en el desarrollo del ciclo del ácaro y no coincidía con el tiempo de evaluación que se realizaba cada 10 días; esto se puede apreciar en el estado de ninfa donde se encuentran promedios de 0,6 desde la etapa de Elongación del Tallo y se observa un incremento gradual en la medida que avanza el desarrollo del cultivo.

Para el caso de los ácaros vivos se observa que inicia su presencia con un promedio de 0,2 ácaros vivos por planta, desde la etapa de Máximo Macollamiento y va incrementando en la medida que avanza el desarrollo del cultivo; siendo un promedio de 1,5 ácaros vivos para Elongación del Tallo; un promedio de 5,6 ácaros vivos en la etapa de Inicio de Primordio Floral; un promedio de 14,7 ácaros vivos en la etapa de Desarrollo

de Panícula; con un promedio de 13,7 ácaros vivos en la etapa de Floración; con un 15,2 ácaros vivos en la etapa Lechosa y comienza a disminuir en la etapa Pastosa con un promedio de 12,8 ácaros vivos.

En términos generales se observa que en la etapa Pastosa se inicia el decrecimiento de todos los estados de desarrollo de las poblaciones del ácaro; esto puede ser debido a que la planta se ha lignificado y estos empiezan a migrar a otros sitios. (Figura 3-3). También se puede observar en la figura que el estado de ácaros vivos se presentó en todas las etapas fenológicas del cultivo y que su inicio se presentó en la etapa de Máximo Macollamiento que es a los 35 d.d.e; situación que es importante para el diseño de planes de monitoreo y seguimiento del mismo, además, se observa que en la medida que avanza el cultivo se van incrementando las poblaciones del mismo, siendo en las etapas de desarrollo de panícula, floración y etapa lechosa donde ocurre el mayor incremento de las poblaciones del mismo y ya para la etapa pastosa inicia su descenso.

Figura 3-3: Comportamiento del promedio del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Vs Etapas Fenológicas durante tres ciclos del cultivo de arroz. C.I. La Victoria-Montería



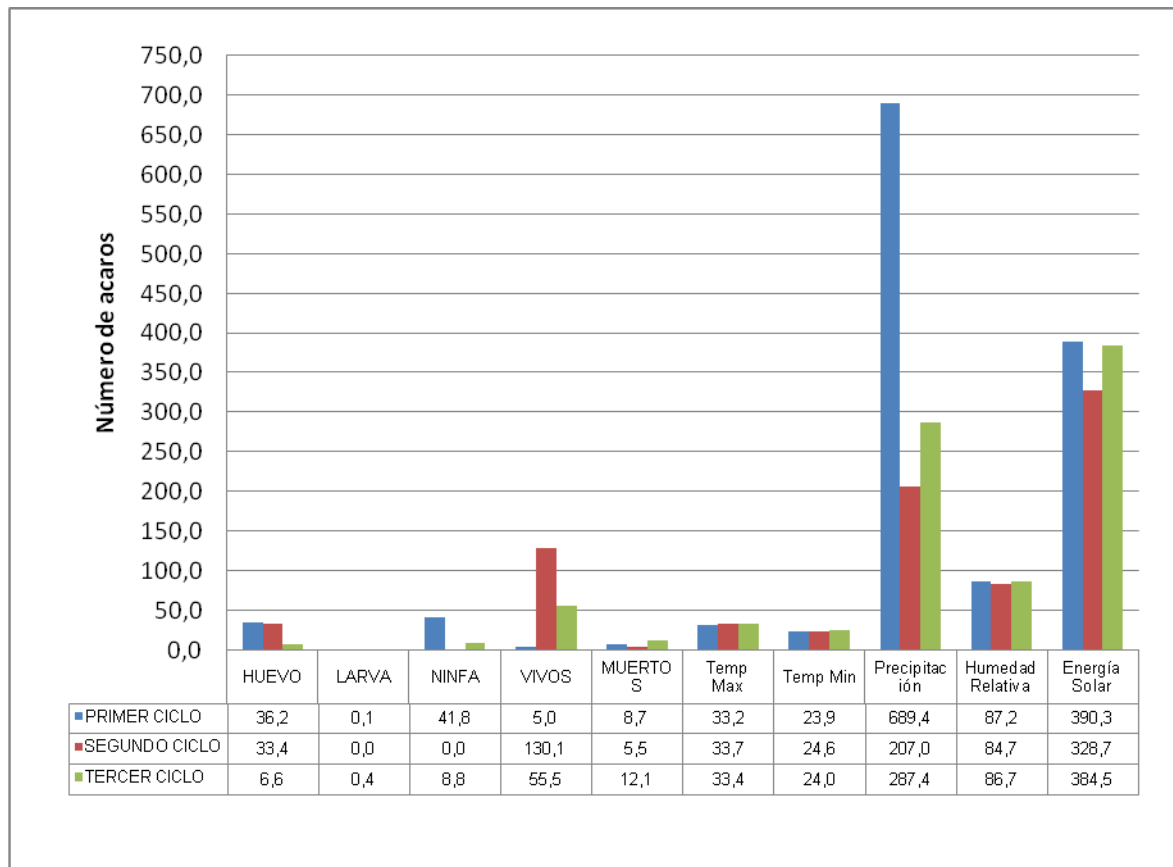
➤ **Interacción de las condiciones climáticas con el número del ácaro *Steneotarsonemus spinki* en tres ciclos del cultivo del arroz**

En la figura 3-4, se puede observar el comportamiento de las poblaciones del ácaro con respecto a las condiciones climáticas que se presentaron en la zona de estudio, donde se puede apreciar que para el primer ciclo, las condiciones de clima fueron favorables para el cultivo, especialmente por su alta precipitación y menores niveles de temperaturas máximas y mínimas, lo que indica que el cultivo tiene las condiciones para un buen desarrollo y no tuvo situaciones de stress que produjeran en él un desbalance, pero esta condición si afecto a las poblaciones del ácaro y por ello no hubo ningún efecto nocivo en el cultivo.

Si se observa en el segundo ciclo se presento incremento en las temperaturas máximas y mínimas, la precipitación disminuyo, se incremento la humedad relativa y la radiación solar, estas condiciones que no son favorables para el desarrollo del cultivo, porque ocasiona un desbalance en la planta y por ende queda predispuesta a ataque de cualquier plaga o enfermedad y por el contrario, esta condición si favorece las poblaciones del ácaro; dicha condición se reitera en el tercer ciclo y por ello se puede apreciar los valores estimados de rendimiento en los tres ciclos del cultivo y sus promedios en la tabla 3-2.

Dicha situación coincide con los registros de diversos autores (Meyer, 1981; Lindquist, 1986; Peña, 1990; Smith y Peña, 2002; Rogers *et al.*, 2009). En el caso de la precipitación, en algunos casos, las lluvias suaves que generan ambientes húmedos facilitaron el incremento poblacional del ácaro. Otro factor limitante en el crecimiento de las población del ácaro fue la temperatura superior a 33,7 °C, de acuerdo con Jeppson *et al.*, (1975), este factor combinado con humedad relativa baja afectan el incremento en la población del ácaro.

Figura 3-4: Interacción de las poblaciones del ácaro *S.spinki* Vs condiciones climáticas durante tres ciclos del cultivo de arroz en la zona de estudio C.I. La Victoria-Montería



Cabe resaltar que durante el proceso de evaluación de los tres ciclos del cultivo no se realizaron aplicaciones de productos químicos, esto con el fin de no alterar el comportamiento de las poblaciones de los ácaros.

3.3.2 Evaluación de métodos de control como estrategia para el manejo del ácaro

Al realizar los análisis de varianza de los datos obtenidos en campo, con respecto a la aplicación de los tratamientos evaluados como posibles estrategias dentro del manejo del ácaro, la primera aplicación se realizó cuando las plantas tenían 35 días después de emergencia, esta decisión se tomó de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de la fenología del cultivo e incidencia del ácaro y de los resultados obtenidos en el estudio del comportamiento del mismo; además cabe aclarar que aunque la población es mínima el objetivo del ensayo es la prevención de que el ácaro se instale en la vaina de las plantas donde se hace más difícil los métodos de control del mismo.

Se puede observar en la tabla 3-4, que antes de realizar la primera aplicación la población del ácaro para todos los tratamientos fue de un promedio de 0.1 ácaros vivos y muertos excepto para el tratamiento Cypermctrina que mostró un promedio de 0.8 ácaros muertos, aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos, posteriormente se realizó la aplicación de cada uno de los tratamientos y las poblaciones se mantuvieron igual tanto para vivos como para muertos. Al realizar la segunda evaluación se tiene que aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se incrementaron las poblaciones para ácaros vivos para los tratamientos de Monocrotopos con 1.4, Crisopa con 1.5, Phytoseiidae con 1.1, Beauveria y Biomel con 0.8 y para ácaros muertos para los tratamientos de Monocrotopos con 1.3, Crisopa con 1.2, Phytoseiidae con 0.8; después de la aplicación se tiene que aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se mantuvieron las poblaciones de ácaros vivos para el tratamiento de Monocrotopos con 1.4 ácaros y se disminuyó las poblaciones de ácaros vivos para los tratamientos Crisopa con 1.0, Phytoseiidae con 0.8 y se incrementaron las poblaciones de ácaros vivos para los tratamientos Beauveria con 1.4, Bacillus con 0.9 y Cypermctrina con 1.2.

Tabla 3-4: Evaluación de los tratamientos como posibles estrategias dentro del manejo del ácaro *S. spinki* en el Centro de Investigación La Victoria - Montería. Primera y segunda evaluación.

TRATAMIENTO	SIN APLICACIÓN		CON APLICACIÓN		SIN APLICACIÓN		CON APLICACIÓN	
	Julio 7 de 2013		Julio 11 de 2013		Julio 19 de 2013		Julio 23 de 2013	
	MAXIMO MACOLLAMIENTO				INICIO DE PRIMORDIO FLORAL			
	vivos	muertos	vivos	muertos	Vivos	muertos	Vivos	muertos
Monocrotofos	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	1.4 A	1.3 A	1.4 A	1.1 A
<i>Chrysoperla carnea</i>	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	1.5 A	1.2 A	1.0 A	1.1 A
<i>Neoseiulus paraibensis</i>	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	1.1 A	0.8 A	0.8 A	0.7 A
<i>Beauveria bassiana</i>	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.8 A	0.7 A	1.4 A	0.9 A
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.7 A	0.7 A	0.9 A	0.7 A
Biomel	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.8 A	0.7 A	0.8 A	0.7 A
Cypermetrina	0.1 A	0.8 A	0.1 A	0.8 A	0.7 A	0.7 A	1.2 A	0.9 A
Testigo absoluto	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.7 A	0.7 A	0.7 A	1.0 A
Abacmetina	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.7 A	0.7 A	0.7 A	0.7 A
	DMS: 0.1	DMS: 0.2	DMS: 0.2	DMS: 0.2	DMS: 1.6	DMS: 1.2	DMS: 1.7	DMS: 1.2

Se puede observar en la tabla 3-6, que antes de realizar la tercera aplicación la población de ácaros vivos se incrementaron para todos los tratamientos, siendo el tratamiento de Beauveria el más alto con 6.2 ácaros en promedio, seguido de Biomel con 5.6 ácaros en promedio y Bacillus con un promedio de 5.4 ácaros en promedio, aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos, posteriormente se realizó la aplicación de cada uno de los tratamientos y las poblaciones para los tratamientos Monocrotofos, Bacillus, Cypermctrina, Abacmetina y testigo absoluto se incrementaron para ácaros vivos, mientras que para los tratamientos Crisopa, Phytoseiidae, Beauveria y Biomel las poblaciones de ácaros vivos disminuyeron; en la última evaluación nuevamente las poblaciones de los ácaros se incrementaron siendo el tratamiento con Monocrotofos con 7.6 ácaros en promedio la más alta, aunque no hubo diferencias significativas y después de que se realizó la última aplicación se volvió a evaluar y se observaron diferencias

significativas del tratamiento Monocrotofos donde continuaron en aumento las poblaciones de ácaros vivos con 10.4 ácaros en promedio y siendo diferentes a todos los demás tratamiento y fue mas alto el nivel de significancia con respecto al tratamiento Testigo Absoluto con 2.5 ácaros vivos en promedio.

Tabla 3-6: Evaluación de los tratamientos como posibles estrategias dentro del manejo del ácaro *S. spinki* en el Centro de Investigación La Victoria - Montería. Tercera y cuarta evaluación.

TRATAMIENTO	SIN APLICACIÓN		CON APLICACIÓN		SIN APLICACIÓN		CON APLICACIÓN	
	EMBUCHAMIENTO				FLORACIÓN			
	Agosto 2 de 2013		Agosto 8 de 2013		Agosto 16 de 2013		Agosto 21 de 2013	
	vivos	muertos	vivos	muertos	Vivos	muertos	Vivos	muertos
Monocrotofos	4.7 A	2.3 A	5.3 A	2.5 A	7.6 A	1.9 A	10.4 A	2.5 A
<i>Chrysoperla carnea</i>	5.3 A	2.4 A	4.6 A	2.1 A	5.9 A	1.3 A	6.5 AB	0.7 A
<i>Neoseiulus paraibensis</i>	5.2 A	1.9 A	4.2 A	2.2 A	5.5 A	2.3 A	8.0 AB	1.7 A
<i>Beauveria bassiana</i>	6.2 A	1.6 A	4.8 A	1.8 A	5.1 A	2.0 A	6.9 AB	0.7 A
<i>Bacillus thuringiensis</i>	5.4 A	0.7 A	8.3 A	3.4 A	6.6 A	2.6 A	6.3 AB	1.0 A
Biomel	5.6 A	0.7 A	4.9 A	1.5 A	3.4 A	1.8 A	4.6 AB	1.3 A
Cypermctrina	3.9 A	1.0 A	6.3 A	3.2 A	5.0 A	3.0 A	3.5 AB	1.6 A
Testigo absoluto	4.1 A	1.2 A	5.5 A	1.9 A	3.3 A	0.7 A	2.5 B	1.0 A
Abacmetina	4.9 A	0.7 A	7.6 A	2.2 A	3.5 A	0.9 A	3.6 AB	0.7 A
	DMS: 7.1	DMS: 2.6	DMS: 4.8	DMS: 2.4	DMS: 5.6	DMS: 2.1	DMS: 7.5	DMS: 2.1

En términos generales se puede decir, que en los periodos de Máximo Macollamiento, Inicio de Primordio Floral y Embuchamiento, no se observaron diferencias significativas entre los tratamiento, mientras que para el estado de Floración si hubo diferencias significativas, siendo el tratamiento de Monocrotofos el que fue diferentemente significativo con respecto a los demás tratamientos, donde se presentaron los niveles más altos.

Otra situación que se puede observar en las tablas 3-5 y 3-6, es que las poblaciones de ácaros vivos, en los estados de desarrollo de Máximo Macollamiento e Inicio de Primordio Floral son relativamente bajas, pero cuando la planta pasa al estado de Embuchamiento las poblaciones de los ácaros vivos se incrementan, para todos los tratamientos y después que se realiza la aplicación en este estado, se incrementa para el tratamiento Monocrotofos y disminuyen para los tratamientos Biomet, Bacillus, Cypermethrin y Abacmethin.

En cuanto a los parámetros de rendimiento en la tabla 3-7, se observa que para número de panículas y grano vano no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos; para la variable grano lleno se presentaron diferencias significativas de los tratamientos Abacmethin con 1328 granos llenos en promedio y el tratamiento Biomet con 1157.3 granos llenos en promedio con respecto a los demás tratamientos, siendo el tratamiento de Testigo Absoluto el que presentó el menor valor con 715.5 granos llenos en promedio; para la variable porcentaje de vaneamiento se puede observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, donde se mantiene el mismo comportamiento que para grano llenos, es decir, los tratamientos con menor porcentaje de vaneamiento fueron Abacmethin con 43.2% y Biomet con 47.6% y el tratamiento que presentó el mayor porcentaje de vaneamiento fue Cypermethrin con un 60.8%.

Tabla 3-7: Análisis de varianza para los parámetros de rendimiento de las panículas de arroz en evaluación de los tratamientos como posibles estrategias dentro del manejo del ácaro *S. spinki* en el Centro de Investigación La Victoria - Montería.

<i>Tratamiento</i>	<i>Número de Panículas</i>	<i>Grano lleno</i>	<i>Grano vano</i>	<i>% de Vaneamiento</i>
Monocrotofos	22.5 A	976.0 A	1047.3 A	52.3 ABC
<i>Chrysoperla carnea</i>	20.0 A	815.5 A	1228.3 A	60.3 BC
<i>Neoseiulus paraibensis</i>	21.5 A	932.3 A	1099.0 A	53.6 ABC
<i>Beauveria bassiana</i>	20.3 A	790.5 A	1102.0 A	58.2 BC
<i>Bacillus thuringiensis</i>	19.5 A	785.8 A	1074.5 A	57.8 BC
Biomel	21.8 A	1157.3 AB	1055.3 A	47.6 AB
Cypermctrina	20.5 A	735.5 A	1129.0 A	60.8 C
Testigo absoluto	19.3 A	715.5 A	1027.5 A	58.6 BC
Abacmetina	19.8 A	1328.0 B	1049.0 A	43.2 A
	DMS: 10.3	DMS: 486.8	DMS: 565.1	DMS: 12.7

1Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Pruebas de DMS).

Cabe aclarar que el ensayo se estableció en el Centro de Investigación La Victoria bajo un sistema de riego, pero por inconvenientes en el distrito de riego, no se contó con la disponibilidad de agua, afectando a todos los materiales en sus etapas de desarrollo y de forma considerable a los componentes de rendimiento, especialmente porque estos niveles de stress se presentaron en las etapas de mayor requerimiento de agua. Lo que indica que esa disminución de los componentes de rendimiento no fueron provocados por el ataque del ácaros, sino por condiciones adversas de clima para el desarrollo del cultivo.

4. Conclusiones

4.1 Conclusiones

- En el reconocimiento de las especies asociadas al cultivo del arroz en las zonas arroceras de Colombia se identificaron 16 familias de ácaros, de las cuales 9 de ellas son depredadoras como son: Phytoseiidae, Ascidae, Cunaxidae, Phthiracaridae, Cheyletidae, Bdellidae, Trombidiidae, Erythraeidae y Stigmaeidae; 3 son de hábito fitófago como son: Tarsonemidae, Tetranychidae y Tenuipalpidae, 3 familias de hábito detritófagos como son: Acaridae, Tydeidae y Oribatidos y 1 de hábito hematófago como fue la Ixodida.
- En el cultivo del arroz en Colombia existen dos sistemas que son sistema de riego y sistema de secano, en donde se observó que el mayor índice de diversidad se presentó en el sistema de riego con una representatividad de 15 familias de ácaros, las cuales son: Phytoseiidae, Ascidae, Tarsonemidae, Acaridae, Oribatida, Tetranychidae, Tydeidae, Stigmaeidae, Tenuipalpidae, Cunaxidae, Cheyletidae, Erythraeidae, Bdellidae, Trombidiidae y Ixodidae y para el sistema de secano se presentó el menor índice de diversidad representado con 8 familias de ácaros, las cuales son: Phytoseiidae, Ascidae, Tarsonemidae, Acaridae, Oribatida, Tetranychidae, Tydeidae y Bdellidae.
- Las familias Phytoseiidae, Ascidae, Tarsonemidae y Tetranychidae fueron las de mayor incidencia en el cultivo del arroz con un porcentaje entre el 100 y 90% para todas las zonas arroceras de Colombia.
- En los estudios de fenología bajo condiciones de invernadero se observó que el ácaro *S. spinki* con una población de 25 ácaros puede ocasionar daños de manchado en la vaina y la panícula a los 13 d.d.e; con 50 ácaros puede ocasionar

daños de manchado en la vaina y la panícula a los 16,2 d.d.e y con 100 ácaros puede ocasionar daños de manchado en la vaina y la panícula a los 11,7 d.d.e.

- El ciclo de vida del ácaro *S. spinki* presento una duración de 3.5 ± 2.3 días, donde la mayor mayor producción de huevos se dio entre los días 3 a 6, con promedios entre 8 y 9 huevos/hembra/día. Y con una Tasa Reproductiva Neta de 527.2; Tasa intrínseca de crecimiento natural de 1.36; Tasa finita de multiplicación de 3.88; Tiempo de duplicación de 0.51 y Tiempo generacional de 4.59.
- En cuanto a la dinámica de la población con respecto a las condiciones de clima se aprecia que el estado de ácaros vivos se presento en todas las etapas fenológicas del cultivo y que su inicio se presento en la etapa de Máximo Macollamiento que es a los 35 d.d.e; situación que es importante para el diseño de planes de monitoreo y seguimiento del mismo, además, se observa que en la medida que avanza el cultivo se van incrementando las poblaciones del mismo, siendo en las etapas de desarrollo de panícula, floración y etapa lechosa donde ocurre el mayor incremento de las poblaciones del mismo y ya para la etapa pastosa inicia su descenso.
- Cuando las condiciones de alta precipitación y menores niveles de temperaturas máximas y mínimas afecta a las poblaciones del ácaro, pero con incremento en las temperaturas máximas y mínimas, la precipitación disminuyo, se incremento la humedad relativa y la radiación solar, son condiciones favorables para las poblaciones del ácaro, esto posiblemente porque las condiciones no son favorables para el desarrollo del cultivo, existe un desbalance en la planta y por ende queda predispuesta a ataque de cualquier plaga o enfermedad incluyendo el ácaro.
- Los niveles de población de los ácaros vivos fueron bajos en los estados de Máximo Macollamiento e Inicio de Primordio Floral para todos los tratamientos y

luego se fueron incrementando en la etapa de Embuchamiento y Floración, siendo las etapas que mayor daño puede ocasionar el ácaro.

- En las estrategias de métodos de control no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque cabe resaltar que los tratamientos con Biomel y Abacmetina presentaron los niveles más bajos de ácaros vivos en la última evaluación y el cual se ve reflejado también en el menor porcentaje de vaneamiento
- Los tratamientos que mejor comportamiento tuvieron con respecto a las poblaciones de los ácaros vivos fueron Biomel, *Beauveria bassiana* y Abacmetina, esto puede deberse a su condición de ser productos que protegen la entomofauna benéfica.

3.4 Bibliografía

Cabrera, I.M., Ramos, M., Fernández, B.M. 2003. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz en Cuba. MIP Agroecol. (Costa Rica). 69, 34–37.

Cabrera, R.I.; García, A.; Otero-Colina, G.; Almaguel, L.; Ginarte, A. 2005. *Hirsutella nodulosa* and other fungus species associated to the rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) in Cuba. Folia Entomol. Mex. 44 (2), 115–121.

Cabrera, R.I.; Almaguel, L.; Hernández, J.; Ginarte, A.; García, A.; Cáceres, I.; De la Torre, P.; Páez, Y.; Rivero, L.; Vega, M. 2005. Alternativas y manejo de los plaguicidas para el control efectivo de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en el cultivo del arroz. Taller Regional el ácaro del arroz, *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae), retos y alternativas para américa latina y el Caribe. Ciudad de la Habana. Cuba.

Calvert, D. 1996. El Control biológico como un componente de Manejo Integrado de Plagas. Curso sobre Capacitación en Control Biológico. Palmira. 14 p.

Jeppson, L., Keifer, H. Y Baker, E. 1975. Mites injurious to economic plants. California: University of California. 614 p.

Leyva, Y.; Zamora, N.; Álvarez, E.; Jiménez, M. 2003. Resultados preliminares de la dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki*. Revista Electrónica, Granma Ciencia 17 (1), 1–6.

Lindquist, E.E. 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the Heterostigmata. Mem. Entomol. Soc. Can. 136, 1–517.

Lo, K.C.; Ho, C.C. 1979. Ecological observations on rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). J. Agric. Res. China 28(3): 181-192.

Meyer, M.K.P. 1981. Mites pest of crops in Southern Africa. Science Bulletin Department of Agriculture and Fisheries Republic of South Africa 397: 1-92.

PEÑA, J.E. 1990. Relationships of broad mite (Acari: Tarsonemidae) density to lime damage. Journal of Economic Entomology 83: 2008-2015.

Perez, C.; Cuevas, A. 2013. Manejo integrado de insectos en el cultivo del arroz. Fedearroz. Amtec.

Ramos, M., Rodríguez, H., 1998. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): Nuevo informe para Cuba. Rev. Protec. Veg. 13, 25–28.

Ramos, M.; Rodríguez, H. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. MIP (Costa Rica) 61, 48–52.

Ramos, M.; Rodríguez, H.; Chico, R. 2005. Los ácaros depredadores y su potencial en la regulación de *Steneotarsonemus spinki*. Paper Presented at the III Encuentro Internacional del Arroz: El ácaro del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae) retos y alternativas para América Latina y el Caribe Hotel Palco Ciudad de La Habana Cuba, 6 June 2005. Libro de Resumen, pp. 10–13.

Rogers, M.; Stansly, P.; Childers, C.; McCoy, C.; NIGG, H. 2009. Florida Citrus Pest Management Guide: Rust Mites, Spider Mites and Other Phytophagous Mites. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY-603. 8 p.

SAS Institute Inc. 2008. SAS User's guide version 8.1. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

Smith, D.; Peña, J.E. 2002. Tropical citrus pest. pp. 57-102. En: Tropical fruit pests and pollinators" biology, economic importance natural enemies and control. 443 p. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=t_BSs0hrAPAC&pg=PA78&dq=smith+y+pe%C3%B1a+2002&hl=es&sa=X&ei=nHmZT-_-OMergwfdvtTTBg&ved=0CFQQ6AEwBw#v=onepage&q=smith%20y%20pe%C3%B1a%202002&f=false [Fecha de última revisión 26 de abril de 2012].

Tseng, Y.H. 1984. Mites associated with weeds, paddy rice, and upland rice fields in Taiwan. In: Griffiths, Bowman (Eds.), Acarology VI, vol. 2. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 770–780.